MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI 1987

CİLT — II

Sami ERCAN Nükhet YETİŞ

Göksan ERDOĞAN

Lale ÜLKÜ

Işıl AKGÜL

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

KONGRESİ

BİLDİRİ KİTABI

1987

CİLT - II

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

YAYIN KURULU

Sami ERCAN Nükhet YETİŞ

Göksan ERDOĞAN

Lale ÜLKÜ

Işıl AKGÜL

Marmara Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı
0025164

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI DERNEĞİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu kitapta yer alan bildirilerdeki görüş ve düşünceler bildiri sahiplerine aittir. Kongreyi düzenleyen kişi ve kuruluşların görüş ve düşüncelerini yansıtmaz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
RUT. DÖK. D. ESK.
E-N
25164

Bu kitap Elginkan Vakfının maddi katkısıyla,
Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası
tarafından 350 adet basılmıştır.
Mart 1988, İstanbul

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ÖNSÖZ

İlk Kongre'nin 1975 yılında yapıldığı kongrelerden onbirincisi olan Yöneylem Araştırması XI. Ulusal Kongresi, Marmara Üniversitesi, Yöneylem Araştırması Derneği, Eminönü ve Bakırköy Belediyelerinin katkılarıyla, 23-25 Eylül 1987 tarihleri arasında düzenlenmiştir.

" Yerel Yönetimde Yöneylem Araştırması ve Bilgisayar Kullanımı " nın tema olarak seçildiği bu Kongrede yerel yönetimde karşılaşılan ve karşılaşılabilecek problemler ve problemlerin çözümünde Yöneylem Araştırması metod ve tekniklerinin sağladığı ve sağlayabileceği katkılar tartışılmıştır.

Kongre, Marmara Üniversitesinin İstanbul Sultanahmet'teki Rektörlük Binasında yapılmıştır. Kongre temasını konu alan ve yerel yöneticilerle, bilim adamlarının karşılıklı tartışabildiği bir panel, Yöneylem Araştırması kapsamına giren çeşitli teknik konu ve uygulama alanını içeren 40 oturum, Sultanahmet Meydanı çevresindeki çeşitli tarihi mekanlarda gerçekleştirilen sosyal etkinlikler, Kongre faaliyetlerini oluşturmuştur. Kongreye ayrıca gerek yurtiçinden gerekse yurtdışından konusunda uzman birçok bilim adamının davetli olarak katılımı sağlanmıştır.

Bu kitabın amacı Yöneylem Araştırması XI. Ulusal Kongresinde sunulan bildirilerden Yayın Kurulu' nun eline ulaşanları biraraya getirmektir.

Gerek Kongrenin düzenlenmesi gerekse bu kitabın hazırlanması sırasında maddi ve manev' desteklerini esirgemeyen tüm kuruluş ve kişilere, özellikle kitabın basımına olan katkılarından dolayı Elginkan Vakfı ve yöneticileri ile Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi' ne teşekkür ederim.

Mart 1988
Sultanahmet, İstanbul

Prof. Dr. Orhan Oğuz
Marmara Üniversitesi Rektörü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI DERNEĞİNDEN

Yöneylem Araştıması Derneği'nin öncülüğünde düzenlenen Ulusal Yöneylem Araştırması Kongreleri artık bir gelenek halini almıştır. Yöneylem Araştırması bilimi ve mesleği ile uğraşanları bir araya toplayan, ülke problemlerini bu bilim dalının yöntemleri ile çözümle bulan, kendi alanında ülkemizdeki en önemli forum haline geldiği kuşkusuzdur. Kongrelerin düzenlenmesi kadar bu kongrelere sunulan bildirilerin basılı bir kitap haline getirilmesi önemli bir kaynak ve yoğun bir çaba gereklirmektedir.

23 - 25 Eylül 1987 tarihinde Marmara Üniversitesi'nde düzenlenen XI. Ulusal Yöneylem Araştırması Kongresinde sunulan yüzü aşkın bildiriyi içeren bu kitabın basımı için mali destek Elginkan Vakfı tarafından sağlanmıştır. Kitabın baskıya hazırlanması için gerekli çabı ise Prof. Dr. Sami Ercan , Yrd. Doç. Dr. Nükhet Yetiş ve Yrd. Doç. Dr. Aydın Ayaydın'ın başkenlik ettikleri ekip tarafından gösterilmiştir. Elginkan Vakfına ve düzenleme kuruluna Yöneylem Araştıması Derneği'nin şükran ve teşekkürlerini sunarım.

XI. Ulusal Kongrenin en belirgin özelliği yerel yönetimlerde yöneylem araştıması ve bilgisayar kullanımına ağırlık verilmesiydi. Kent planlaması, itfaiye sistemleri, çöp toplama, yerel yönetimlerde yatırımların planlanması ile ulaşım planlaması gibi yerel yönetimlerin hizmet sunduğu konularda çok sayıda bildiri bu kongrede tartışılmış ve bu gibi faaliyetlerin yürütülmesinde uygulanması gerekli temel strateji ve politikalarla ilgili değerli öneriler ortaya konmuştur. Yerel yönetimlerde bilgisayar destekli sistemlerin kullanılması ile ilgili çeşitli bildiriler de, ülkemizde giderek yaygın hale gelen bilgisayar kullanımının belediyelerdeki yansımasının ortaya konulması açısından ilginç olmuştur.

XI. Ulusal Yöneylem Araştırması Kongresinin düzenlenmesi ile bildirilerin kitap haline getirilmesinde emeği geçenlerin tümüne teşekkür ederken, kongreye bildiri sunarak veya iştirak ederek değerli katkileriyle kongreyi daha mükemmel hale getirenlere şükranlarımı sunarım.

Nice yeni yöneylem araştırması kongrelerinde buluşmak dileğiyle,

Mart 1988
İstanbul

Prof. Dr. Ateş SOYSAL
Yöneylem Araştırması Derneği Başkanı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DEKANIMIZDAN

Bir ekonomide alınan üretim ve tüketim kararlarının rasyonel ve etkin oluşu, iktisadi refahın en çoğa çıkartılmasının ön şartıdır. Buna genel olarak optimizasyon denilebilir. Üreticinin maliyetini en aza, karını en çoğa, tüketicinin faydasını en çoğa çıkartmak istemesi rasyonal ve optimum bir davranıştır.

Yöneylem Araştırması da özellikle işletme yönetiminde problemlerin formulasyonu, model kurulup test edilmesi, çözümü, prototip çözümlerini amaçlayan ve kaynakların dağılımından stok kontrolune, bakım ve sıraya sokma etkinliğine kadar uzanan teknikleri içerir. Yöneylem Araştırması ile oyun teorisi, stok kontrol teknikleri, programlama ve kuyruk teorisi gibi yöntem ve teknikler kamu ve özel kuruluşların sistem yönetimlerine uygulanabilmekte ve insan makina etkinliği artırılabilmektedir. Yöneylem Araştırması, beşeri davranışın önemli olduğu sistemler konusunde yoğunleştiği için "sistem mühendisliğinden" ayrılmaktadır.

Üniversitemiz, Yöneylem Araştırması Derneği , Eminönü Belediyesi ve Bakırköy Belediyesi ' nin ortaklaşa düzenlediği XI. Ulusal Yöneylem Kongresinde tartışılan yaklaşık 160 tebliğde, sibernetikten kalite kontrolüne, kalkınma planlamasından sağlık sistemleri ve çeşitli sistem yönetimlerine kadar Yöneylem Araştırmasının çok çeşitli konuları tartışılmış bulunmaktadır.

Bu kongreyi düzenleyen ve kongre tebliğlerini yayına hazırlayan düzenleme, yürütme yayın ve program kurulu üyelerinin şahsında Fakültemiz Ekonometri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Sami Ercan'a ve Yrd. Doç. Dr. Nükhet Yetiş'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mart 1988
İstanbul

Prof. Dr. Ömer Faruk Batırel
Marmara Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

YAYIN KURULUNDAN

Bu kitap , Yöneylem Araştırması XI. Ulusal Kongresinde sunulan bildirileri kapsamaktadır. Amacımız , elimize ulaşan bütün bildirilerin kitapta yer alması olduğundan , zaman ve para tasarrufu da gözönüne alınarak , kitabın hazırlanması sırasında bildiri sahiplerinin gönderdikleri orijinallerden yararlanılmıştır. Bu nedenle , bildirilere ait tüm sorumluluk bildiri sahiplerinindir.

Kitapta sunulan bildiriler, Kongre program ve oturumları da gözönüne alınarak onsekiz bölüm altında toplanmıştır. Bölümlerin sıralanmasında alfabetik sıralamadan yararlanılmıştır. Ancak, Kongre Tema'sını da oluşturan "Yerel Yönetimde Yöneylem Araştırması ve Bilgisayar Kullanımı" ilk bölümde, "Davetli Bildiriler" ikinci bölümde sunulmuştur. Bölümler içinde bildirilerin sıralanmasında bir öncelik kuralı yoktur. Sadece Kongre programındaki sıralamadan yararlanılmıştır.

Kitap, kitapta yer alan bildiri sayısı gözönüne alınarak iki cilt halinde hazırlanmıştır. Birinci ciltte sırasıyla Yerel Yönetimde Yöneylem Araştırması ve Bilgisayar Kullanımı, Davetli Bildiriler, Bilgi Erişim Sistemleri ve Bilgisayarlar, Bilgisayar Destekli Karar Sistemleri ve Bilgisayar Destekli Tasarım, Çok Amaçlı Karar Verme ve Ekonomik Modeller Bölümleri bulunmaktadır. En fazla bildiri Birinci Bölümde yer almıştır. Birinci Bölüm, kendi içlerinde bir bütünlük arzetmesi nedeniyle , İtfaiye Yönetim Sistemleri , Çöp Yönetim Sistemleri, Kent Modellemesi ve Kültür Mirasının Korunması, Yerel Yönetimde Bilgisayar Uygulamaları ve Hizmet Planlaması gibi alt bölümlerden oluşturulmuştur.

İkinci ciltte, Enerji Yönetimine, Esnek İmalat Sistemlerine, Firma Yönetimine, İnşaat Sanayiinde Yatırım Planlamasına, İstatistiki Yöntemler ve Kalite Kontroluna, Matematik Programlama, Algoritmalar ve Bulanık Kümelere, Sağlık Sistemleri ve Üniversitelerin Yönetimine, Stok Kontroluna, Simulasyon Modellerine, Ulaşım Yönetimine, Üretim Planlama Programlama ve Kontroluna, Yatırımlarda Kaynak Kullanımına ilişkin bölümler yer almıştır.

Kitabın sayfaları karıştırıldığında da görüleceği gibi Yöneylem Araştırması yöntem ve teknikleri, yetişkin ve deneyimli kadrolarla ülkemizdeki çeşitli sosyo-ekonomik problemlerin çözümünde etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu sonuca ulaşılmasında da artık gelenekselleşen Yöneylem Araştırması Kongrelerinin rolü inkar edilemez.

Ülkemizin, çeşitli problemlerine Yöneylem Araştırması yöntem ve teknikleri yardımı ile getirdiğimiz yeni çözümleri sergilemek için yeni Yöneylem Araştırması Kongrelerinde buluşalım.

Yayın Kurulu

Mart 1988
İstanbul

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Orhan OĞUZ
Rektör,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Sultanahmet,İSTANBUL

Prof. Dr. Ataç SOYSAL
Başkan,
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
DERNEĞİ,KOCAELİ

Prof. Dr. Ömer F. BATIREL
Rektör Yrd.,Ekonometri Bölümü,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Sultanahmet,İSTANBUL

Hikmet BOZANOĞLU
Başkan,
EMİNÖNÜ BELEDİYESİ,
İSTANBUL Kuyubaşı, İSTANBUL

Dr. Naci EKŞİ
Başkan,
BAKIRKÖY BELEDİYESİ,
İSTANBUL Kuyubaşı, İSTANBUL

Prof. Dr. Sami ERCAN
Başkan, Ekonometri Bölümü,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

Yrd. Doç. Dr. Nükhet YETİŞ
İngilizce İşletme Bölümü,
MARMARA ÜNİVERSİTES,İ
Kuyubaşı, İSTANBUL

YÜRÜTME VE PROGRAM KURULU

Prof. Dr. Sami ERCAN
Başkan, Ekonometri Bölümü,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

Yrd. Doç. Dr. Nükhet YETİŞ
İngilizce İşletme Bölümü,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL
Yrd. Doç. Dr. Aydın AYAYDIN

MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Bahçelievler, İSTANBUL

Yrd. Doç. Dr. Ahmet L. ORKAN
Bilgisayar Eğitim Müdürü,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,

Arş. Grv. Melek DEMİRHAN
Ekonometri Bölümü,
MARMARA ÜNİVERSİTESİ,

Doç. Dr. Gönül ÖZKAYA
İşletme Fakültesi,
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ,
Maçka, İSTANBUL

Doç. Dr. Gündüz ULUSOY
Başkan, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ,
Bebek, İSTANBUL

Doç. Dr. Öner ESEN
İşletme Fakültesi,
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ,
Hisarüstü, İSTANBUL

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

YEREL KURUL

Yrd. Doç. Dr. Selahattin GÜRİŞ
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Bahçelievler, İSTANBUL

Arş. Grv. Işıl AKGÜL
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

Arş. Grv. Şehamet BÜLBÜL
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Bahçelievler, İSTANBUL

Arş. Grv. Göksan ERDOĞAN
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

Arş. Grv. Lale ÜLKÜ
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

Mine KIZILAY
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

Cem AKDAĞ
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Bahçelievler, İSTANBUL

Ümit ŞENCAN
İİBF., MARMARA ÜNİVERSİTESİ,
Kuyubaşı, İSTANBUL

İÇİNDEKİLER
(CİLT I)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

SAYFA

ÖNSÖZ III
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI DERNEĞİNDEN IV
DEKANIMIZDAN V
YAYIN KURULUNDAN VI
KURULLAR VII
İÇİNDEKİLER IX

BÖLÜM I : YEREL YÖNETİMDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI VE BİLGİSAYAR KULLANIMI

I. I. İTFAİYE YÖNETİM SİSTEMLERİ

I. I. 1. *Yerel Yönetimde Proje Yönetim Faaliyetlerine Bir Örnek* I-1
Prof. Dr. ATAÇ SOYSAL, Doç. Dr. HALUK ERKUT, Uzm. Müh. KAMİL ATALAR, Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Ar. Grv. NEJAT SAYGILI, Ar. Grv. HÜSEYİN SİVRİ, Ar. Grv. ZİYA ULUKAN, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

I. I. 2. *İtfaiye Örgütünün ve Yangın Olaylarının Veri Sistemleri* I-13
Prof. Dr. ATAÇ SOYSAL, Doç. Dr. HALUK ERKUT, Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Ar. Grv. NEJAT SAYGILI, Ar. Grv. HÜSEYİN SİVRİ, Ar. Grv. ZİYA ULUKAN, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

I. I. 3. *Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Örgütünün ve Yangın Olaylarının İstatiksel Değerlendirmesi* I-24
Prof. Dr. ATAÇ SOYSAL, Doç. Dr. HALUK ERKUT, Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Ar. Grv. NEJAT SAYGILI, Ar. Grv. HÜSEYİN SİVRİ, Ar. Grv. ZİYA ULUKAN, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

I. I. 4. *İtfaiye Sisteminde Tehmin Analizleri* I-42
Prof. Dr. ATAÇ SOYSAL, Doç. Dr. HALUK ERKUT, Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Ar. Grv. NEJAT SAYGILI, Ar. Grv. HÜSEYİN SİVRİ, Ar. Grv. ZİYA ULUKAN, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

I. II. ÇÖP YÖNETİM SİSTEMLERİ

I. II. 1. *Çöp Toplama Yönetim Bilişim Sistemi ve Örgütsel Yapı Kavramsal Tasarımı* I-54
Ar. Grv. MELTEM DENİZEL, Ar. Grv. NEJAT KARABAKAL, Prof. Dr. ÖMER SAATÇİOĞLU, Ar. Grv. AYŞEGÜL TOKER, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü. , Ankara.

I. II. 2. *Çöp Miktarı Tahmini İçin Bir Yöntem ve İstanbul Uygulaması* I-69
Yrd. Doç. Dr. NESİM ERKİP, Ar. Grv. HALDUN SÜRAL, Ar. Grv. AYŞEGÜL TOKER, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü. , Ankara.

I. II. 3. *Çöp Araçları Çizelgeleme Sistemi Tasarımı ve Uygulaması* I-79
Ar.Grv. YEŞİM ERKE, Yrd. Doç. Dr. NESİM ERKİP, Ar. Grv. NEJAT KARABAKAL, Yrd.Doç. Dr. ÖMER KIRCA, Prof. Dr. ÖMER SAATÇİOĞLU, Ar. Grv. HALDUN SÜRAL, Ar. Grv. AYŞEGÜL TOKER, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü. , Ankara.

I. II. 4. *Çöp Toplama Araçlarının Maliyet ve Hazırolabilirlik Üzerindeki Yıpranma Etkileri Karşısında Yenilenmesi* I-94
Prof. Dr. HALİM DOĞRUSÖZ, Ar. Grv. MELTEM DENİZEL, Ar. Grv. NEJAT KARABAKAL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü., Ankara.

I. II. 5. *Bir Çöp Toplama Sistemi Geliştirme Uygulaması* I-115
Yrd. Doç. Dr. MURAT KÖKSALAN, Ar. Grv. FERDA ÇETİNKAYA, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü, Ankara.

I. II. 6. *Çöp Kamyonu Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması Gereken Faktörler ve Ölçütler* I-130
Doç. Dr. O. SELÇUK YAHŞİ, Dr. SAHİR ARIKAN, Prof. Dr. BİLGİN KAFTANOĞLU, Makina Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü. , Ankara.

I. II. 7. *Çöp Yönetim Sisteminde Biriktirme Alt Sistemi Tasarımı İçin Bir Yaklaşım ve İstanbul Uygulaması* I-148
Ar. Grv. HALDUN SÜRAL, Ar. Grv. AYŞEGÜL TOKER, Prof. Dr. ÖMER SAATÇİOĞLU, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü. , Ankara.

I. III. KENT MODELLEMESİ VE KÜLTÜR MİRASININ KORUNMASI

I. III. 1. *Kentsel Yapılaşma Dinamiğinin Bilgisayarla İncelenmesi* I-166
Öğr. Grv. E. MURAT ESİN, Öğr. Grv. MUSTAFA AKMEŞE, Meslek Yüksekokulu, Selçuk Üniversitesi, Konya.

I. III. 2. *Nüfus - Endüstri - Hizmet Alt Sistemlerinin Oluşturduğu Kentsel Sistemin Dinamik Modeli* I-174
Dr. GÜLDEN ERKUT, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü. ,Taşkışla, İstanbul.

I. III. 3. *Endüstri Etkisinde Dinamik Büyüme Modeli ve Uygulaması* I-187
Dr. GÜLDEN ERKUT, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü. ,Taşkışla, İstanbul.

I. III. 4. *Türkiye'de Müzecilik ve Müzeler* I-198
ALPAY PASİNLİ, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürü, Gülhane, İstanbul.

I. IV. YEREL YÖNETİMDE BİLGİSAYAR UYGULAMALARI VE HİZMET PLANLAMASI

I. IV. 1. *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Proje Yönetim ve Takip Sistemi* I-207
Doç. Dr. MUSTAFA PULTAR, Öğ. Grv. ALİ ERKAN ŞAHMALI, Mimarlık Fakültesi, O. D. T. Ü., Ankara.

I. IV. 2. *Daire Satış Fiyatlarını Etkileyen Faktörler İstanbul'da Küçük Bir Bölge Araştırması* I-221
Prof. Dr. SAMİ ERCAN, Yrd. Doç. Dr. AYDIN AYAYDIN, Ar. Grv. IŞIL AKGÜL, Ar. Grv. MELEK DEMİRHAN, Ekonometri Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul, FATİH DEMİRHAN, I B M, Gümüşsuyu, İstanbul.

I. IV. 3. *Belediyelerde Kısa Süreli Finansal Planleme ve Kontrol Üzerine Bir İnceleme* I-238
Dr. JALE ÖZTEMİR, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

I. IV. 4. *Belediyelerde Yatırım Harcamaları Konusunda Bir İnceleme* I-255
Dr. JALE ÖZTEMİR, Dr. BÜLENT AYYILDIZ, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı , İstanbul.

BÖLÜM II : DAVETLİ BİLDİRİLER [INVITED PAPERS]

II. 1. *City Hall Problems and Their Solutions : The Role of Decision Analysis in Policy Evaluation* II-1
A . D . PEARMAN, Chairman , School of Economic Studies , University of Leeds, Leeds LS2 9JT, England.

II. 2. *Urban Management : An Integreted Strategic Marketing Approach* II-23
PAVLOS MICHAELS, Ph. D. ,Marketing Department, School of Business Administration, Mershall University, Huntington, W V [illegible] A

II. 3. *The Engineer Automated Management and Inquiry System* II-46
EMİN D. AYDIN, Spenga, Sweden.

II. 4. *A Sequential Dual Simplex Algorithm for the Linear Assignment Problem* II-86
MUSTAFA AKGÜL, Department of Industrial Engineering, Bilkent University, Maltepe, Ankara.

II. 5. *A Genuinely Polynomial Primal Simplex Algorithm for The Assignment Problem* II-93
MUSTAFA AKGÜL, Department of Industrial Engineering, Bilkent University, Maltepe, Ankara.

II. 6. *Testing the Antecedents and Outcomes of Organizational Commitment and Overall Job Satisfaction* II-119
PAVLOS MICHAELS, Ph. D. ,Marketing Department, School of Business Administration, Marshall University, Huntington, W. V. , U. S. A.

BÖLÜM İII : BİLGİ ERİŞİM SİSTEMLERİ VE BİLGİSAYARLAR

III. 1. *Ofis Bilgi Sistemlerinde Belge Erişim Yöntemleri* III-1
Yrd. Doç. Dr. MİTHAT UYSAL, Fen - Edebiyat Fakültesi, İ. T. Ü., Doç. Dr. MURAT TUNÇ, Makina Fakültesi, İ. T.Ü., İstanbul.

III. 2. *Bilgisayar Ağlarında Link Kapasitesi Optimizasyonu* III-9
Yrd. Doç. Dr. MİTHAT UYSAL, Ar.Grv. REHA GÜLERMAN, Fen - Edebiyat Fakültesi, İ. T. Ü., Maslak, İstanbul.

III. 3. *1475 Sayılı İş Yasasına Bilgisayar Yardımıyle Erişim Sistemi* III-17
Öğr. Grv. CENT YURDAKUL, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul, HALUK VELİOĞLU, B. İ. M. , Pamukbank, İstanbul.

III. 4. *Programleme Dillerinin Oluşumu , Bir Örnekleme ve Süper Bir Programleme Dili Yeşil Ada* III-35
Yrd. Doç. Dr. ADNAN MAZMANOĞLU, Matematik Bölümü, Fen -Edebiyat Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

BÖLÜM IV : BİLGİSAYAR DESTEKLİ KARAR SİSTEMLERİ VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

IV. 1. *Bilgisayar Destekli Malzeme İhtiyaç Planlaması* IV-1
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN BAŞLIGİL, NİHAL YAVUZ, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IV. 2. *Bilgisayar Destekli Maliyet Muhasebesi Sistemi* IV-15
MUSTAFA ÖZPINAR, NASAŞ Al. A. Ş., Dilovası, Gebze, Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

IV. 3. *Rijit Bir Temele Oturan ve Üst Yüzeyinde İki Ayrı Yerde Po Şiddetinde Basınca Maruz Kalan Elastik Bir Tabakada Gerilme Dağılımlarının Fourier Dönüşümü Kullanılarak Hesaplanması* IV-31
ALİ ERİŞEN, HÜSEYİN YAPICI, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, SAİM KOÇAK, Denizli Mühendislik Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizli.

IV. 4. *Arıtma Tesislerinin Optimizasyonu* IV-42
Y. Müh. LÜTFİ AKÇA, Doç. Dr. MEHMET KARPUZCU, Çevre Mühendisliği Bölümü, İnşaat Fakültesi, İ. T. Ü., Maslak, İstanbul.

IV. 5. *Programlama Dillerinin NC ve CNC Tezgahlara Uygulanması* IV-57
Doç. Dr. TURAY GÖKÇEN, Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN BAŞLIGİL, ÖZKAN DOLU, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

BÖLÜM V : ÇOK AMAÇLI KARAR VERME

V. 1. *İki Düzeyli Karar Verme Problemi ve Bir Algoritma* V-1
Doç. Dr. GÜLSEREN ÜNLÜ İZMİR, STFA Holding A. Ş., Altunizade, İstanbul.

V. 2. *Yeni Bir Çok Amaçlı Karar Verme Tekniği Olan ICP Metodunun Bilgisayar Uygulaması* V-6
Doç. Dr. RAMAZAN EVREN, SOHBET KARBUZ, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

V. 3. *Etkileşimli Çok Amaçlı Karar Verme Tekniklerinden Yedek Değer İkame Metodunun Statik Durumlar İçin Etüdü* V-20
Ar. Grv. SEMRA BORAN, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, İzmit.

V. 4. *Çok Amaçlı Toplu Üretim Planlama İçin Yeni Bir Model ve Çözüm Yöntemi* V-29
Yrd. Doç. Dr. MEHMET TANYAŞ, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

V. 5. *Proses Endüstrisinde, Ürün Kalitesinin Karakteristiklerini Belirleyen, Proses Değişkenlerinin Optimal Standartlarını Oluşturmak İçin, Bir Model Önerisi ve Bira İmalatında Uygulaması* V-50
Dr. ORHAN KURUÜZÜM, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

V. 6. *Hedef Programlarda Karar Verici Hedeflerine Boyut İndirgeme Yönteminin Uygulanması* V-62
Ar. Grv. ZERRİN ALADAĞ, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, İzmit.

V. 7. *Hedef Programlama Algoritmasına Alternatif Bir Yaklaşım ve Bilgisayar Destekli Çözümlerde Etkinlik Değerlendirmesi* V-74
Dr. ORHAN KURUÜZÜM, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

V. 8. *Çok Amaçlı Programlama Yaklaşımları : Bir Değerlendirme* V-84
Ar. Grv. VAROL GÜNYAŞAR, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

V. 9. *Çok Amaçlı Üretim Planlaması : Bir Uygulama* V-93
Ar. Grv. VAROL GÜNYAŞAR, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

BÖLÜM VI : EKONOMİK MODELLER

VI. 1. *Türkiye' nin Ekonometrik Bir Modelini Kurma Denemesi* VI-1
Doç. Dr. ÜMİT ŞENESEN, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VI. 2. *Makroekonometrik Modellerde Çok Amaçlı Programlama* VI-11
BURÇ ÜLENGİN, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VI. 3. *İstanbul' da Yaşayanların Harcama Kalıplarına İlişkin Bir Deneme* VI-18
Yrd. Doç. Dr. GÜLAY GÜNLÜK ŞENESEN, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VI. 4. *Tüketim Fonksiyonları ve Türk Ekonomisine Uygulanmaları* VI-33
Ar. Grv. NURHAN YENTÜRK ÇOBAN, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VI. 5. *Ücret Artışlarının Enflasyon Üzerindeki Etkileri* VI-52
Ar. Grv. BENAN ZEKİ, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VI. 6. *AET' de Tarımsal Gelirin Dağılımındaki Farklılıklar* VI-67
Doç. Dr. BESİM AKIN, Ekonometri Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Bahçelievler, İstanbul.

VI. 7. *Devalüasyonun Kalkınmakta Olan Ülke Ekonomilerine Etkileri* VI-87
Ar. Grv. NUR ÖZKAN GÜNAY, Ekonomi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, Bebek, İstanbul.

VI. 8. *Kurların Değişim Tahminleri Üzerine Bir Deneme* VI-105
Prof. Dr. SAMİ ERCAN, Ar. Grv. ŞEHAMET BÜLBÜL, Ekonometri Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

DİZİN D1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İÇİNDEKİLER
(CİLT II)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

SAYFA

ÖNSÖZ iii
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI DERNEĞİNDEN iv
DEKANIMIZDAN v
YAYIN KURULUNDAN vi
KURULLAR viii
İÇİNDEKİLER ix

BÖLÜM VII : ENERJİ YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

VII. 1. *Yerleşme Yoğunluğu Yüksek Bölgelerde Transformatör Postalarının Yerlerinin Tayini ve Optimizasyonu* VII-1
Doç. Dr. TURGUT TÜFEKÇİ, Elektrik-Elektronik Fakültesi, İ. T. Ü. , Maslak, İstanbul, Ar. Grv. OKAN PEKİNER, Elektrik Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

VII. 2. *Bazı Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarının Rüzgar Verilerine Uygulanmaları* VII-11
Ar. Grv. ALPASLAN FIĞLALI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü. , Maçka, İstanbul, TANAY S. UYAR, Marmara Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK, Gebze.

VII. 3. *Rüzgar Enerjisi Kullanım Olanaklarını Belirleyen Bir Bilgisayar Modeli* VII-20
Ar. Grv. ALPASLAN FIĞLALI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü. , Maçka, İstanbul, TANAY S. UYAR, AZMİ YAZAR, YÜCEL ERDALLI, Marmara Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK, Gebze.

VII. 4. *Su Kaynakları Sistem Planlamasının Otomasyonu* VII-33
Doç. Dr. MAHMUT SERT, Yöneylem Araştırması Bölümü, Marmara Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK, Gebze.

VII. 5. *Nükleer Enerji Santralleri : Gelişmeleri ve Özellikleri* VII-49
Yrd. Doç. Dr. MAHMUT A.SAVAŞ, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

BÖLÜM VIII : ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ

VIII. 1. *Esnek İmalat Sistemleri ve Modelleme Yaklaşımları* VIII-1
GAMZE YAZICIOĞLU, Doç. Dr. GÖNÜL ÖZKAYA YENERSOY, Ar. Grv. MEHVEŞ ANAFARTA, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VIII. 2. *İmalat İşlemlerinde Esnek Üretime Geçiş Aşamasında Yönetimin Kararını Etkileyen Faktörler* VIII-12
Yrd. Doç. Dr. NAİL BERZEK, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

VIII. 3. *Hücre Tipi Üretim Sistemlerinde Bilgisayar Desteği ve Bir Uygulama* VIII-22
Ar. Grv. MÜŞERREF TAŞCI, Öğr. Grv. CEMALETTİN TAŞCI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

VIII. 4. *Yapay Zeka ve Uzman Sistemler* VIII-31
BURÇ ÜLENGİN, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü. , Maçka, İstanbul.

VIII. 5. *Esnek İmalat Sistemlerinde Yükleme Problemi* VIII-47
Yrd. Doç. Dr. BÜLENT DURMUŞOĞLU, End. Müh. HÜRÜL HEKİMBAŞI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

VIII. 6. *Esnek İmalat Sistemlerinde Gruplama Yöntem ve Teknikleri* VIII-63
Öğr. Grv. HASAN APAYDIN, Makine Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Haydarpaşa, İstanbul,
Yrd. Doç. Dr. NÜKHET YETİŞ, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

VIII. 7. *Kutup Ateme Yöntemiyle Robot Kolu Kontrolu* VIII-83
Yrd. Doç. Dr. MAHMUT ÜN, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

BÖLÜM IX : FİRMA YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

IX. 1. *Firma Başarısının Ölçülmesinde Çok Değişkenli Bir Yaklaşım ve Türkiye İçin Bir Uygulama* IX-1
Dr. MEHMET BOLAK, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü. , Maçka, İstanbul.

IX. 2. *Bir Sosyoteknik Sistem Çıktısı Olarak Şirketlerde Uzun Vadeli Planlama Yöntemi* IX-15
AYHAN SÜREK, STFA Enerji Telekomünikasyon A. Ş., Ankara, Doç. Dr. GÜLSEREN ÜNLÜ İZMİR, STFA Holding A. Ş., İstanbul.

IX. 3. *Lisans Anlaşmalarındaki Kısıtlamaların Teknolojinin Difüzyonuna Etkileri* IX-33
Dr. SITKI GÖZLÜ, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü. ,Maçka, İstanbul.

IX. 4. *Çoğaltılmış Amaçlarla İhracatta Planlama* IX-47
Doç. Dr. CEVDET ÖĞÜT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Bornova, İzmir, Ar. Grv. LEVENT TUNÇEL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, O. D. T. Ü., Ankara.

IX. 5. *Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin İhracatında Güney Kore Modeli ve Türkiye İçin Öneriler* IX-60
Ar. Grv. Dr. ASUMAN YALÇIN, İşletme Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Bahçelievler, İstanbul.

IX. 6. *Reklamların Ekonomik ve Sosyal Etkileri ve Türkiye'de Bir Araştırma* IX-74
Ar. Grv. NİMET URAY, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

IX. 7. *Parasal Sermaye Kavramı ve Firma Teorisi* IX-92
Öğr. Grv. EROL KATIRCIOĞLU, İngilizce Ekonometri Bölümü, Marmara Üniversitesi, Göztepe, İstanbul.

BÖLÜM X : İNŞAAT SANAYİİNDE YATIRIM PLANLAMASI

X. 1. *İnşaat Sanayiinde Çevre Analizi ve Yönetim Bulguları* X-1
Doç. Dr. HALUK ERKUT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

X. 2. *İnşaat Sanayiinde Yönetim Bilimlerinin Gelişmesi : 1930'dan 1987' ye* X-14
Doç. Dr. HALUK ERKUT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

X. 3. *Kısıtlı Kaynak Kullanımı Halinde İnşaat Yatırımlarının Planlanması* X-28
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

X. 4. *Yatırımlarda Süre-Maliyet Optimizasyonu* X-35
İLKER ÖZDEMİR, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

BÖLÜM XI : İSTATİSTİKİ YÖNTEMLER VE KALİTE KONTROLU

XI. 1. *Asimptotik Göreli Etkinlik* XI-1
Ar. Grv. HAYDAR ŞENGÜL, Doç. Dr. SÜLEYMAN GÜNAY, İstatistik Bölümü, Fen Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara.

XI. 2. *Yatırım Kararlarında Risk Kriteri Olarak Varyans ve Semivaryans* XI-13
Dr. AHMET ORKAN, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

XI. 3. *Log-Normal Fayda Fonksiyonu ve İhale Fiyatlandırmaları İçin Bir Karar Modelinde Uygulaması* XI-23
Dr. AHMET ORKAN, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. 4. *Ülkemizde Başlıca Gazetelerin Sahip Oldukları Okurların Çeşitli Faktörler Itibariyle Ayrılması* XI-39
Dr. BÜLENT AYYILDIZ, İktisadi ve İdari Bilimler Üniversitesi, Ziverbey, İstanbul.

XI. 5. *Kalite Kontrol Simülasyonu* XI-63
Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul, MUSTAFA ÖZPINAR, Nasaş Al. San. A. Ş., Gebze, Kocaeli.

XI. 6. *Mamul Kontrol Güvenilirliği* XI-71
Dr. MESUT KUMRU, E. C. A. Elginkan Topluluğu, Bimel A. Ş., K. Maltepe, İstanbul.

BÖLÜM XII : MATEMATİK PROGRAMLAMA , ALGORİTMALAR VE BULANIK KÜMELER

XII. 1. *Lemde Fonksiyonları Yardımıyla Sıradan Erişim* XII-1
Yrd. Doç. Dr. ŞEREF MİRASYEDİOĞLU, Matematik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

XII. 2. *Eşlenik Doğrultu Yönteminin Geometrik Yorumu* XII-10
Dr. NEDRET KARAŞİN, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Kocaeli.

XII. 3. *Düzgün ve Değişken Hermit Operatörlerinin Düzlemsel Teşıyıcıların Çözümüne Uygulanması* XII-22
Yrd. Doç. Dr. M. EMİN TÖZÜN, Makina Mühendisliği Bölümü, Zonguldak Mühendislik Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Zonguldak.

XII. 4. *Tercihli Darboğaz Atama Probleminin Çözümü İçin Bir Algoritma* XII-37
Öğ. Grv. MUZAFFER KAPANOĞLU, Prof. Dr. İMDAT KARA, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XII. 5. *Atama Problemlerinin Optimum Çözümünde Yeni Yaklaşımlar* XII-48
NAİL ÖZTÜRK, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

XII. 6. *İnsan-Makina Sistemlerinde Bulanık Kümeler Kuramının Uygulamaları* XII-57
DİLEK KAPTANOĞLU, Doç. Dr. A. FAHRİ ÖZOK, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

XII. 7. *Bulanık Alt-Kümeler Teorisiyle Bilgisayar Destekli Karar Analizi Uygulaması* XII-66
Ar. Grv. SERDAR ÖCAL, İstatistik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Mimar Sinan Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

BÖLÜM XIII : SAĞLIK SİSTEMLERİNİN VE ÜNİVERSİTELERİN YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

XIII. 1. *Tıbbi Yönetimde Bilgisayar* XIII-1
Dr. YILDIRIM RAMAZANOĞLU, Nöroloji Anabilim Dalı, Tıp Fakültesi, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Altunizade, İstanbul.

XIII. 2. *Sağlık Sistemlerinde Karşılaşılan Kuyruk Problemleri ve Bir Örnek* XIII-11
Dr. RİAN DİŞÇİ, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İstanbul Tıp Fakültesi, Çapa, İstanbul.

XIII. 3. *2000 Yılı İçin İstanbul İli Sağlık Tesislerinin Planlaması* XIII-22
Doç. Dr. VEDİA DÖKMECİ, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü., Taksim, İstanbul.

XIII. 4. *EXSYS VE DBASE III Ortak Kullanımı İle Dengeli Beslenme Diyeti Üretilmesi* XIII-32
Ar. Grv. AYDAN ARAS, Yrd. Doç. Dr. HALİL ŞENGONCA, Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir.

XIII. 5. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliğinin Üniversite Yönetiminde Kullanımı* XIII-44
Prof. Dr. ÖMER SAATÇİOĞLU, Ar. Grv. MELTEM DENİZEL, Ar. Grv. NEJAT KARABAKAL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü., Ankara.

XIII. 6. *Bilgisayar Yardımı İle Öğrenci Veri Tabanı Geliştirilmesi* XIII-53
Prof. Dr. BİLGİN KAFTANOĞLU, Doç. Dr. BİROL KILKIŞ, KÜRŞAT ÖZGEN, MURAT KAPLAN, NİYAZİ ULUDAĞ, Y. KADIOĞLU, GÜLSÜN GÖKAĞAÇ, MİNE AYDOĞAN, Fen Bilimleri Enstitüsü, O. D. T. Ü., Ankara.

BÖLÜM XIV : STOK KONTROL

XIV. 1. *Stok Kontrolünde Malzeme İhtiyaç Planlaması* XVI-1
Doç. Dr. CENGİZ YILMAZ, Kayseri Meslek Yüksek Okulu, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Ar. Grv. SITKI İLKAY, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

XIV. 2. *Etkileşimli Stok Projesi* XVI-13
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN KARABELLİ, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, İzmit,
ZEKERİYA AKSOY, SEDAT BABALIK, Petkim Bilgi-İşlem Merkezi, İzmit.

XIV. 3. *Bir Tekstil Seneyi İşletmesinde Doğrusel Programleme İle Stok Kontrolu* XVI-19
Yrd. Doç. Dr. MAHMUT TEKİN, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

XIV. 4. *İki Ürünlü Enventer Sistemlerinde Markov Karar Süreci Modelinin Uygulanması* XVI-31
Prof. Dr. ALAETTİN KUTSAL, Dr. AYŞEN APAYDIN, İstatistik Bölümü, Fen Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara.

BÖLÜM XV : SİMULASYON

XV. 1. *T. H. Y. Uçak Bakım Hangerlerinde Bir Simülasyon Uygulaması* XV-1
Ar. Grv. MEHVEŞ ANAFARTA, Prof. Dr. ATAÇ SOYSAL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ.T.Ü., Maçka, İstanbul.

XV. 2. *Girdi Dağılımının Belirlenmesinde Genelleştirilmiş Lambda Dağılımı* XV-10
Dr. BERNA DENGİZ, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

XV. 3. *Periyodik Sinyaller İle Uyarılmış Lineer Olmayan Sistemlerin Analizi İçin Çabuk Yakınsayan Yeni Bir Metod* XV-21
Doç. Dr. MUHAMMET KÖKSAL, Ar. Grv. ESİN TÜRKBEYLER, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gaziantep Mühendislik Fakültesi, O. D. T. Ü., Gaziantep.

BÖLÜM XVI : ULAŞIM YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

XVI. 1. *Denetimsiz Kavşaklardaki Trafik Akımının Simulasyonu ve Kapasite, Kuyruk ve Gecikme Hesapları* XVI-1
Dr. FAZIL ÇELİK, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

XVI. 2. *Binalarda Yaya Sirkülasyonu ve Boşalma Sürecinin Benzetimi* XVI-15
Dr. GÜLEN ÇAĞDAŞ, Doç. Dr. GÜLSÜN SAĞLAMER, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü., Taşkışla, İstanbul.

XVI. 3. *Hafif Metro İstasyonlarında İnsan Hareketlerinin Benzetimi* XVI-27
Doç. Dr. GÜLSÜN SAĞLAMER, Dr. GÜLEN ÇAĞDAŞ, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü., Taşkışla, İstanbul.

XVI. 4. *Boğaz Köprüsü Gişelerinde Kuyruklanma* XVI-36
Doç. Dr. ERGUN GEDİZOĞLU, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

BÖLÜM XVII : ÜRETİM PLANLAMA , PROGRAMLAMA VE KONTROL

XVII. 1. *Otomotiv Yapım Sanayiinde Atölye Düzeyi Tezgahları Yükleme ve Kontrolü* XVII-1
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN BAŞLIGİL, KAAN KIRAÇ, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

XVII. 2. *Doğrusal Programlamaya Dayalı Rafineri Karar Destek Sistemi* XVII-16
Doç. Dr. İLHAN OR, Doç. Dr. M. AKİF EYLER, Dr. GÜLAY DOĞU, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, Bebek, İstanbul, AHMET TAVİLOĞLU, MEHMET SERGEN, Tüpraş İzmit Rafinerisi Bölge Müdürlüğü, İzmit.

XVII. 3. *Çok Ürünlü Çok Amaçlı İmalatta Otomasyona Geçiş Problemi* XVII-29
Dr. SİNAN KAYALIGİL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü., Ankara.

XVII. 4. *Bir Bakım Planlaması Problemine Dinamik Programlama Tekniği İle Çözüm Önerisi* XVII-40
Yrd. Doç. Dr. AYKUT TOP, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

XVII. 5. *Çokürünlü Stokastik Üretim-Stok Sistemlerinin Optimal Kontrolu* XVII-63
Dr. SERPİL ERDOĞMUŞ, Doç. Dr. YALÇIN EROL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Prof. Dr. Ö. AKMUT, İşletme Bölümü, Siyasal Bilimler Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

BÖLÜM XVIII : YATIRIMLARDA KAYNAK KULLANIMI

XVIII. 1. *Yatırımlarda Kaynaklar ve Kaynak Kullanımına Genel Bir Bakış* XVIII-1
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XVIII. 2. *Yatırımlarda Kaynak Dengelemesi* XVIII-7
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XVIII. 3. *Özel Bir CPM Uygulaması ve Düşündürdükleri* XVIII-16
Ar. Grv. ERCAN HAMİD OĞUZALP, Mimarlık Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XVIII. 4. *Mikro Bilgisayarlarda CPM Programı Hazırlanırken Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri Üzerine Öneriler* XVIII-28
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XVIII. 5. *Yatırım ve Finansman Kararlarının Bağımlılığı* XVIII-40
Doç. Dr. GÜLTEKİN BÜYÜKYENEREL, Mühendislik Bilimleri Bölümü, Mühendislik Fakültesi, O. D. T. Ü., Ankara.

DİZİN D1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883 MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VII. ENERJİ YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

VII. I. *Yerleşme Yoğunluğu Yüksek Bölgelerde Transformatör Postalarının Yerlerinin Tayini ve Optimizasyonu* VII-1
Doç. Dr. TURGUT TÜFEKÇİ, Elektrik-Elektronik Fakültesi, İ. T. Ü., Maslak, İstanbul, Ar. Grv. OKAN PEKİNER, Elektrik Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

VII. II. *Bazı Olasılık Yoğunluk Fonksiyonlarının Rüzgar Verilerine Uygulanmaları* VII-11
Ar. Grv. ALPASLAN FIĞLALI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul, TANAY S. UYAR, Marmara Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK, Gebze.

VII. III. *Rüzgar Enerjisi Kullanım Olanaklarını Belirleyen Bir Bilgisayar Modeli* VII-20
Ar. Grv. ALPASLAN FIĞLALI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul, TANAY S. UYAR, AZMİ YAZAR, YÜCEL ERDALLI, Marmara Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK, Gebze.

VII. IV. *Su Kaynakları Sistem Planlamasının Otomasyonu* VII-33
Doç. Dr. MAHMUT SERT, Yöneylem Araştırması Bölümü, Marmara Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK, Gebze.

VII. V. *Nükleer Enerji Santralleri : Gelişmeleri ve Özellikleri* VII-49
Yrd. Doç. Dr. MAHMUT A.SAVAŞ, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

YERLEŞME YOĞUNLUĞU YÜKSEK BÖLGELERDE TRANSFORMATÖR POSTALARININ YERLERİNİN TAYİNİ VE OPTİMİZASYONU

Doç.Dr.Turgut Tüfekçi
İ.T.Ü.Elektrik-Elektronik Fak.

Ar.Gör.El.Y.Müh.Okan Pekiner
Y.Ü.Müh.Fak.Elek.Böl.

ÖZET

Yerleşme yoğunluğu yüksek bölgelerde, transformatör postalarına uygun yer bulunması ciddi bir problem teşkil etmektedir. Memleketimizde halen bu meselenin çözümü esaslı kriterlere bağlanmamıştır. Birçok haksız ve bazı hallerde de gereksiz uygulamalara sebep olmaktadır.

Türkiye'de büyük bir çoğunlukla transformatör postaları, şehrin ve çevrenin mimarisi ile uyuşmayan çözümler olduğu gibi, oldukça pahalı olan arsaların da fuzuli yere işgaline sebep olmaktadır. Bazı şehirlerimizde tüketiciden transformatör postası yeri talep edilmektedir. Bu tatbikatın ise adilliği tartışılır olduğu gibi tüketiciye önemli bir külfet getirdiği de açıktır.

Bu çalışmada yoğun yerleşim bölgelerinde arsa emsali, bölgenin niteliği gözönüne alınarak transformatör postalarının yerlerinin tayinini optimize eden kriterler araştırılmış ve tesbit edilmiştir.

1.GİRİŞ

Memleketimizde enerji tüketiminin artması ile enerji dağıtım sistemlerinin problemleri çoğalmaktadır. Bu sorunlardan biri de, özellikle,yerleşme yoğunluğu yüksek bölgelerde trafo postalarına yer temînidir.

Ülkemizde kişi başına düşen tüketimin artması ve şehirlerin dikine yükselmesi sonucu trafo postaları yetersiz kalmaktadır. Eski İETT, bugünkü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TEK Boğaziçi Müessese Müdürlüğü, soruna çözüm olarak yeni inşa edilecek yapılardan trafo postası yeri talebi uygulamasını getirmiştir.Sözkonusu çözümde trafo postası yeri bir inşaat sahibinden talep edilmekte ve bu trafo postasından bir çok bina beslenmektedir.Ayrıca, gücü 50kW mertebesinde olan her arsadan büyük bir çoğunlukla, trafo posta yeri istenmektedir.

Çözüm, bir yapı sahibinden alınıp diğerlerinden alınmadığından ve alçak gerilim enerji tarifesi içinde gerçekte trafo postası yerinin maliyeti de olduğu için adil değildir. Ayrıca, bir planlamaya dayanmadığından, birbirine çok yakın trafo postaları yapımına da yolaçtığı için ilke açısından ekonomik değildir.

Trafo postası yerinin A kişisi yerine B kişisinden talebi mümkün olduğundan şahsi çıkar teminine açıktır.

Bu çerçeve içinde bir başka problem de trafo postalerının boyutlandırmasıdır. Çok daha küçük abatlarda yapılmaları mümkün iken nedense yapılmamakta,özellikle bina tipi postalar hantal, kaba görünüşlü tasarlanmaktadır. Bunun sonucu trafo postası için yer bulmak güçleşmektedir

Ayrıca, trafo postalarının yerleştirilmesinde çevre mimarisi ile uyuma dikkat edilmemekte ve trafo postaları şehirlerimizi çirkinleştiren unsurlar haline gelmektedir.

Halbuki akılcı bir yaklaşım ile istikbaldeki gelişmeler de gözönünde tutularak önce trafo postalerının yerlerinin ve güçlerinin tayini, çevre ile uyum sağlayacak şekilde yerleştirilmeleri mümkündür.

Bu çalışmada yerleşme yoğunluğu yüksek bölgelerde arsa emsalinden hareketle konut ve işyeri bölgelerinde trafo postası güçlerinin ve yerlerinin tayini için kriterler geliştirilmiştir. Ayrıca büyük boyutta arsa problemi olan bölgeler için çözümler araştırılmıştır.

2.ARSA EMSALİNE GÖRE TRAFO GÜÇLERİNİN TESBİTİ

2.1.Eşzaman Yükün Tayini

2.1.1.Konut Bölgelerinde

Bunun için kişi sayısı yerine daire sayısından hareket edilerek,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- klimanın ve elektrikli pişirmenin olmadığı,
- 1 dairenin ortalama 100m² olduğu,
- tek bir daire için eşzaman yük 7kW olduğu,
- 55'den fazla konutun aynı yerden beslenmesi halinde konutlar arası eşzamanlılığın %30 olduğu,

kabulleri ile bir trafo postasından beslenen bölgedeki konutların ortalama eşzaman yükü S_b, 2,1 kW/konut'dur. Güç faktörü değeri 0,9 kabul edilerek ortalama eşzaman zahiri yük 2,3kVA/konut'dur.

2.1.2.İşyeri Bölgelerinde

- Aydınlatma, asansör, büro mekineleri, ısınma-sıhhi tesisat ihtiyacı da dahil klima tesisatı gereken bölgelerde 100W/m², klima tesisatı gerekmeyen bölgelerde 50W/m²
- klima tesisatı gerekmeyen bölgelerde işyerleri arası eşzamanlık faktörü %70,
- klima tesisatı gereken bölgelerde işyerleri arası eşzamanlık faktörü %85,

kabulleri ile klima tesisatı gereken bölgelerde 100m²'lik bir işyerinin ortalama eşzaman yükü 3,5 kW/işyeri, klima tesisatı gereken bölgelerde ise 8,5kW/işyeri'dir. 0,9 güç faktörünü gözönüne alarak ortalama zahiri yük S_b ,sırasıyla 3,88kVA/işyeri ve 9,44kVA/işyeri'dir.

2.2.Arsa Emsaline Göre Beslenen Bölge Yarıçapı İle Trafo Gücü Arasındaki İfadenin Tayini

Bir trafo postası tarafından beslenen bölgedeki konut-işyeri sayısı(n),

- r; Trafo postasının beslediği bölgenin yarıçapı(m)
- E; Bölgedeki arsa emsali
- k; Bölgedeki yollar hariç net arsa alanı/tüm bölge alanı

olmak üzere,

$$n=\pi r^2.E.k/100 \qquad (2.1)$$

bağıntısı ile ifade edilebilir.

Beslenen bölgenin eşzaman zahiri yükü S_e (kVA),

- S_b, 100m²'lik birim konut veya işyerinin ortalama eşzaman zahiri yükü olmak üzere

olmak üzere

$$S_e=n.S_b \qquad (2.2)$$

$$S_e=\pi r^2.E.k.S_b/100 \qquad (2.3)$$

dür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Böylece (2.3) bağıntısı,

- konut bölgelerinde,

$$S_e=0,0722.r^2.E.k \ (kVA) \qquad (2.4)$$

- klima tesisatı gerekmeyen bölgelerde işyeri alanlarında,

$$S_e=0,1218.r^2.E.k \ (kVA) \qquad (2.5)$$

- klima tesisatı gereken, işyeri alanlarında,

$$S_e=0,2965.r^2.E.k \ (kVA) \qquad (2.6)$$

Arsa emsali E,yoğun meskûn bölgelerde 1 ila 16, k değeri ise 0,7 ile 0,85 eresında değişmektedir.

Bunun sonucu olarak k değerinin ortalama 0,75 alınması ile sözkonusu üç tip bölge için yapıçap ve emsalin fonksiyonu olarak eşzaman zahiri yük eğrileri şekil 2.1'dedir.

Ayrıca, S_{tr} trafo gücüne ve emsale bağlı olarak besleme yarıçapını veren ifadeler, (2.4),(2.5) ve (2.6) bağıntılarından,

- konut bölgelerinde

$$r=\sqrt{S_{tr}/0,0722.E.k} \ (m) \qquad (2.7)$$

- klima tesisatı gerekmeyen bölgelerde işyeri alanlarında

$$r=\sqrt{S_{tr}/0,1218.E.k} \ (m) \qquad (2.8)$$

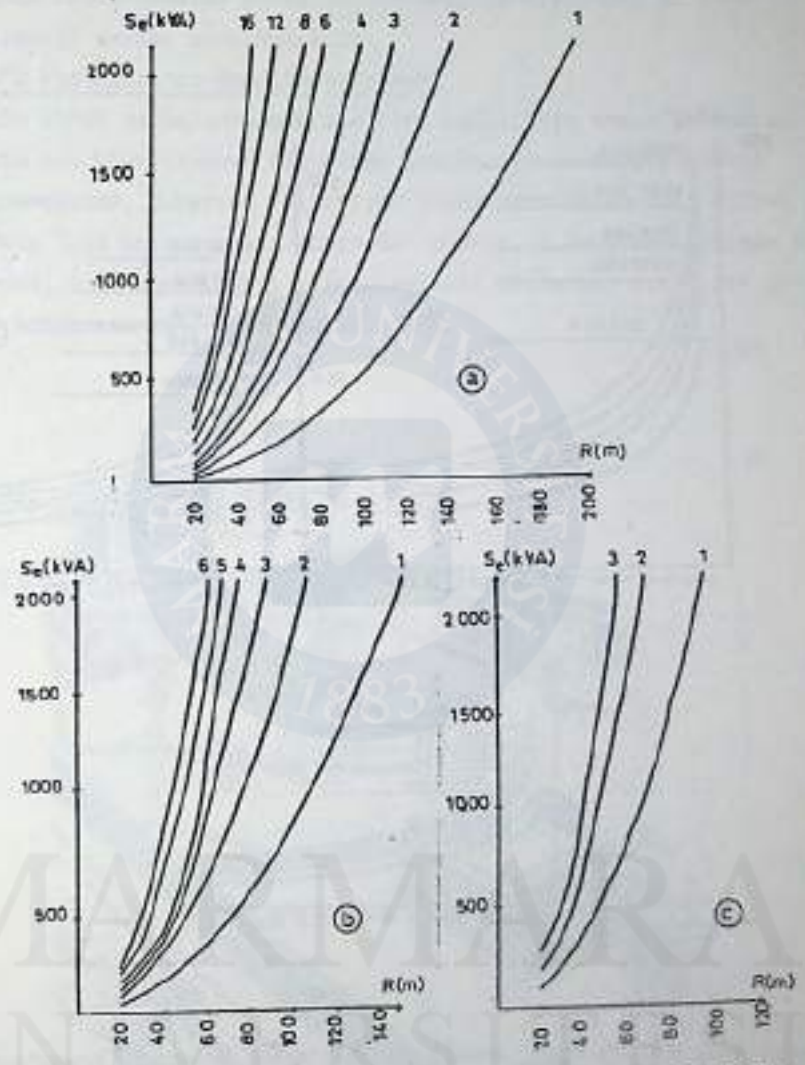
- klima tesisatı gereken işyeri alanlarında

$$r=\sqrt{S_{tr}/0,2965.E.k} \ (m) \qquad (2.9)$$

olarak elde edilir.

Bu durumda 630,1000,1250,1600 ve 2000kVA gücünde trafo postaları için, k=0,75 ortalama değeri kullanılarak, emsale bağlı besleme bölgeleri yarıçapları şekil 2.2.'dedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



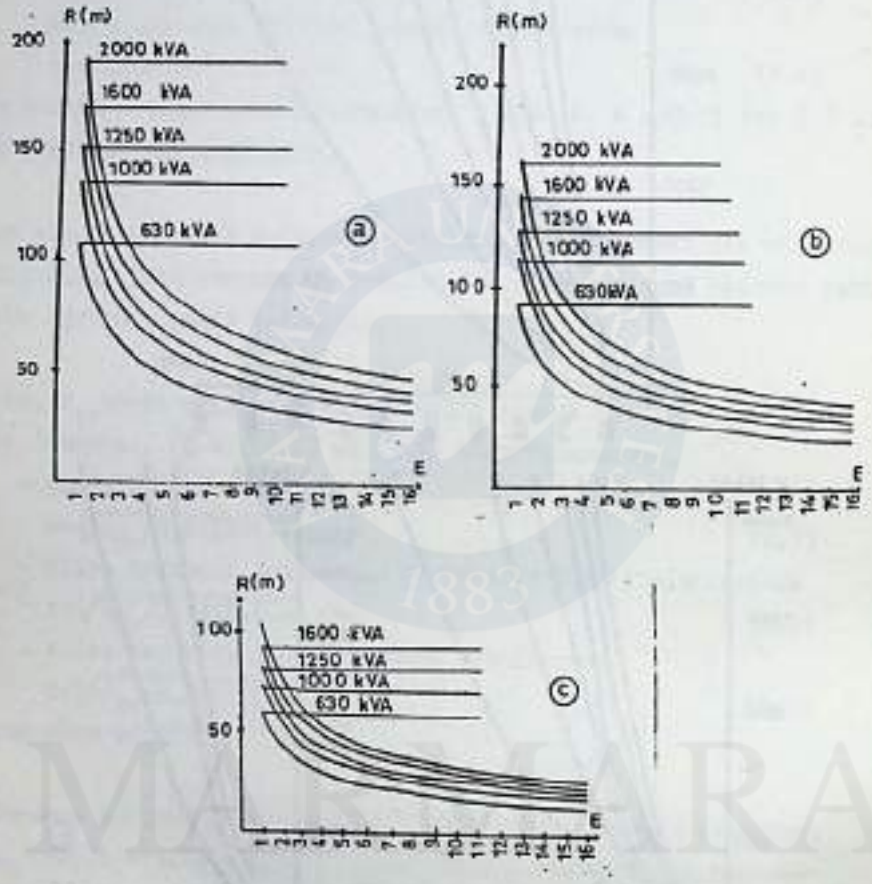
Şekil 2.1; k=0,75 için beslenen bölge yarıçapına ve emsale bağlı olarak eşzaman yük eğrileri

a) konut bölgelerinde,

b) klimasız işyeri bölgelerinde,

c) klimalı işyeri bölgelerinde.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 2.2; k=0,75 için, emsale bağlı olarak, standart transformatör güçleri ile bir trafodan beslenebilecek bölgenin yarıçap eğrileri

a) konut bölgelerinde,

b) klimasız işyeri bölgelerinde,

c) klimalı işyeri bölgelerinde.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3.TRAFO POSTALARININ BOYUTLANDIRILMASI VE YERLEŞTİRİLMESİ

Bu bölümde transformatör postalarının boyutlandırılması ve inşa edilebileceği yerler incelenmiştir.

3.1.Trafo Postalarının Boyutlandırılması

GünümüzÜn cihaz ve malzemeleri ile ring bağlı, bir transformatörlü bir posta saç köşk tipinde çok küçük boyutlu yapılabilir; meselâ 10kV kademesinde, yukarıda belirtilen transformatör postası 630kVA ve 1000kVa için sırasıyla takriben 5m² alanda, 1,7m yüksekliğinde ve 7m² alanda, 1,8m yüksekliğinde çözülebilir. Böyle bir posta ise geniş bir kaldırıma dahi tesis edilebilir.



Şekil 3.1; Minimum boyutta çözülmüş bir trafo postasının geniş bir kaldırıma yerleştirilmesi.

Ülkemizde halen yaygın olarak imal edilen sabit tip az yağlı disjonktör, seksiyoner kullanarak ve boyutu en büyük olan trans-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

formatör markasını gözönüne alarak 10kV'da 630kVA, 1000kVA ve 1600kVA'lık saç transformatör köşkleri sırasıyla 10m², 11m², 12m²'lik alanlarda ve 2,3m, 2,5m, 2,7m yüksekliğinde çözülebilir.

Saç köşk yerine bina tipi yapılması halinde ise aynı güçler için sırasıyla 11m², 12m² ve 13m²'lik alanlar yeterli olacaktır, Şekil 3.1 Teras çatı yapılması ile yükseklikler ise sırasıyla 2,5m, 2,7m ve 2,9m olacaktır. Bu boyuttaki bina tipi transformatörler de yer problemini azaltacağı gibi, transformatör binası maliyetinde de önemli tasarruflar sağlayacaktır.

3.2.Trafo Postalarının Yerleştirilmesi

Buraya kadar izah edilen kriterlere göre çözülen trafo postaları için yer bulmak çok kolaylaşmaktadır. Buna göre öncelikle;

- park, bahçe gibi yeşil alanlara,
- hastane, okul, cami gibi kamu arazilerine,
- 24 saat açık bulunan garaj-otoparklara,
- geniş kaldırımlara,
- 24 saat girişe müsaait imkanların sağlandığı bodrumlara,

çevre ile uyumlu tarzda yerleştirmek mümkündür.

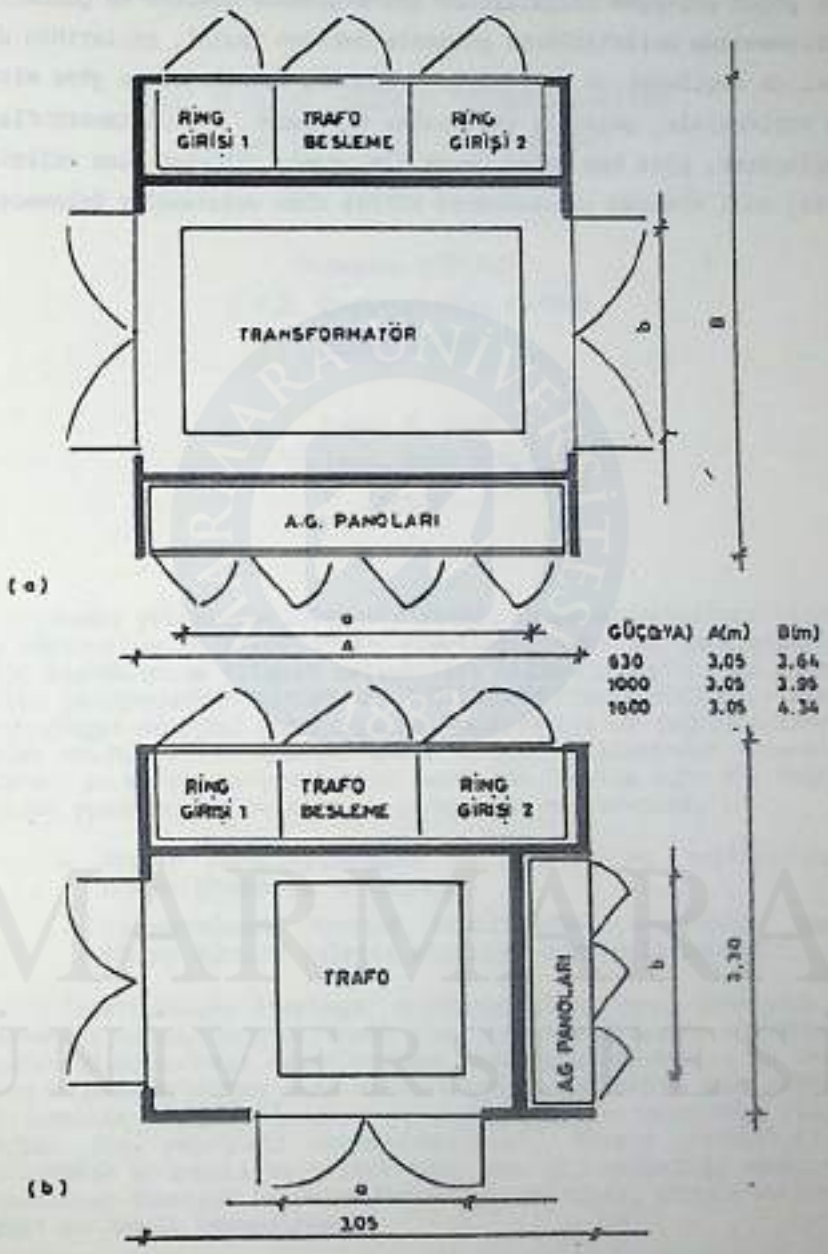
Tek başına trafo postası gerektiren büyüklükteki binalarda ise; yapının tek sahibi olması halinde enerjinin Y.G.tarafından satılması ve abonenin kendi isteğine göre trafo postasını oluşturması; yapıda birden fazla abone olması halinde ise yapının garajında uygun yerin istimlak edilip, enerjinin A.G.tarafından satılması adil çözüm olacaktır.

Yakın gelecekte gündeme gelecek 40 kattan daha yüksek binalarda ise ara katlara (40.,80. kat gibi) trafo postası tesisi gerekecektir. Bu tür binalarda ise enerjinin yapının garajında aboneye Y.G.tarafında satılması en gerçekçi çözüm olacaktır.

Yer temininin çok büyük problem olduğu yerlerde ise son çare olarak trafo postaları kaldırım altlarına yerleştirilebilir. Posta, Y.G. ve A.G. kısımlarına inen iki gemici merdiveni, üstten sokulan transformatörün üzerini örten, gerektiğinde kaldırılabilen bir plakdan oluşur. Burada problem havalandırma ve postaya girecek sulardır. Cebri havalandırma, iyi tasarlanmış ve yapılmış drenaj

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ile bu problemlerin üstesinden gelinir.



Şekil 3.1; Önerilen bina tipi transformatör postası planları,
a) 630,1000,ve 1600kVA için uygulanabilen çözüm,
b) sadece 630kVA için uygulanabilecek çözüm.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

4.SONUÇ

Çok yoğun yerleşme bölgelerinde transformatör yerleri ve güçlerinin çalışmamızda belirttiğimiz yöntemle önceden tayini, yerlerinin uygun şekilde seçilmesi ve boyutlarının günümüz teknolojisine göre minimize edilmesiyle, gereksiz yatırımlar önleyecek, önemli tasarruflar sağlayacak, göze hoş gelen çevre ile uyumlu çözümler elde edildiği gibi, adil olmayan ve vatandaşa külfet olan uygulamalar önlenecektir.

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BAZI OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONLARININ RÜZGAR VERİLERİNE UYGULANMALARI

Alpeslan FIĞLALI
İ.T.Ü. Endüstri Müh. Bölümü
Maçka/İSTANBUL

Tanay S. UYAR
TÜBİTAK- MAE- MESAB
GEBZE

Fosil yakıtların tükenebilirliği, çevreye yaptıkları kirletici etkiler ve gittikçe artan fiyatları, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin çalışmaları hızlandırmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalardan birisi de TÜBİTAK-MAE'nde yürütülen, Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyelini belirlemeye ve değerlendirmeye yönelik projedir. İlk aşamada Gebze rüzgar verilerinden hareketle başlanan, şu sırada yaygınlaştırılarak tüm Türkiye için bir değerlendirme yapmaya yönelik olan bu çalışmanın ana amaçları :

- Rüzgar karakteristiğini ve davranışını istatistiksel olarak görmek ve tanımlamak,
- Rüzgar/rüzgar türbini etkileşimini inceleyip, olası rüzgar türbini işletim stratejilerini belirlemektir.

İstatistiksel inceleme, ortalama rüzgar hızı değerleri ve değişkenlik katsayılarının hesabı ile, esme sıklıklarına ait histogramların oluşturulması aşamalarından meydana gelmektedir. Bu incelemeye dayanarak rüzgar esme sıklıklarını karakterize eden dağılım belirlenmekte ve bu dağılımın parametrelerinden hareketle rüzgar enerjisi güç yoğunluğu hesaplanmaktadır. Rüzgar potansiyelini belirlemekte en önemli ve kritik adım olan güç yoğunluğu hesabında kullanılacak olasılık yoğunluk fonksiyonunun cinsi, sonucu etkileyebilecek en önemli parametredir.

Bu nedenle Gebze ve Göztepe rüzgar verilerinden hareketle bir çalışma yapılmış; bu çalışmada, seçilen bazı eyler için çeşitli olasılık yoğunluk fonksiyonları(Log-normal , Rayleigh, Gamma ve Weibull) rüzgar esme sıklıklarını karakterize etmek üzere uygulanmıştır.

Herbir fonksiyonun, gerçek verilere uygunluğu kikare testiyle sınanarak, sonuçta pek az istisnası dışında Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunun rüzgar verilerini en iyi karakterize ettiği bulunmuştur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları ve Parametrelerinin Tahmini

- Lognormal Dağılım:

X_1 rassal değişkeni için, olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x) = \begin{cases} x_1 \sigma \sqrt{2\pi})^{-1} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln x - \mu)^2\right] & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

şeklinde verilmişse; μ ve σ^2 parametreleriyle lognormal dağılıma sahiptir.

X_1 in beklenen değeri EX_1 ve Varyansı $Var\ X_1$:

$$EX_1 = \exp[(\mu+\sigma^2)/2]$$

$$Var\ X_1 = \exp(2\mu+\sigma^2)[\exp(\sigma^2)-1]$$

Lognormal dağılım parametrelerinin belirlenmesi :

$Y_i = \ln X_i$ dönüşümü altında, Y nin beklenen değeri μ ve varyansı σ^2 olan normal dağılıma sahip olduğu gösterilebilir. Buradan hareketle μ ve σ^2 parametreleri; $X_1, X_2, \ldots, X_n$ (n adet rüzgar hızı değeri) noktalarına bağlı olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir :

$$\mu = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i = \bar{Y}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y})^2$$

Kümülatif olasılık değerleri için, yine aynı dönüşüm altında normal dağılım tabloları veya aşağıdaki integral kullanılabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$F^{X_1}(x) = \int_0^x (\sigma x\sqrt{2\pi})^{-1} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln x-\mu)^2\right] dx$$

- Gamma Dağılımı

Olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f^{X_2}(x) = \begin{cases} \dfrac{\beta^\alpha x^{\alpha-1}\exp(-\beta x)}{\Gamma(\alpha)} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

şeklinde verilen bir X_2 rassal değişkeni; α ve β parametreleriyle bir Gamma dağılımına sahiptir.

Burada $\alpha, \beta > 0$ ve $\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty t^{\alpha-1} \cdot \exp(-t)dt$

X_2'nin beklenen değeri ve varyansı:

$$EX_2 = \alpha/\beta$$

$$\text{Var } X_2 = \alpha/\beta^2 \quad \text{dir.}$$

Gamma dağılım parametrelerinin belirlenmesi:

α ve β parametreleri aşağıdaki denklem takımının çözümüyle belirlenebilir.

$$\ln\beta + \overline{Y} - \Gamma'(\alpha)/\Gamma(\alpha) = 0$$

$$\alpha - \beta\overline{X} = 0$$

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i \quad , \quad \overline{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \ln X_i$$

$$\Gamma(\alpha) \approx \alpha^{\alpha-\frac{1}{2}} \exp(-\alpha)\sqrt{2\pi}\left[1 + \frac{1}{12\alpha} + \frac{1}{288\alpha^2} - \frac{139}{51840\alpha^3} - \frac{571}{2488320\alpha^4}\right]$$

$$\Gamma'(\alpha) = \frac{d\,\Gamma(\alpha)}{d\,\alpha} \approx \alpha^{\alpha-1/2} \exp(-\alpha)\sqrt{2\pi}\left[\left[-\frac{1}{12\alpha^2} - \frac{2}{288\alpha^3} + \frac{417}{51840\alpha^4}\right.\right.$$

$$+\frac{2284}{2488320\alpha^5}\Big] - \Big(\frac{1}{2\alpha} - \ln\alpha\Big)\Big[1+\frac{1}{12\alpha}+\frac{1}{288\alpha^2}-\frac{139}{51840\alpha^3}-\frac{571}{2488320\alpha^4}\Big]!$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

α ve β değerlerine iteratif yaklaşım için ilk değerler olarak:

$$\alpha_1 = \frac{n}{n-1}\frac{\overline{X}^2}{S^2}$$

$$\beta_1 = \frac{n}{n-1}\frac{\overline{X}}{S^2}$$

burada, $S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_1 - \overline{X})^2$

Kümülatif olasılık için

$$F^{X_2}(X) = \int_0^x \frac{\beta^\alpha x^{\alpha-1}\exp(-\beta x)}{\Gamma(\alpha)}\,dx$$

integrali hesaplanmalıdır.

- Weibull Dağılımı

Olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f^{X_3}(x) \quad \begin{cases} [(c\cdot x^{c-1}/b^c)]\exp[-(x/b)^c] & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

şeklinde verilen bir X_3 rassal değişkeni; b ve c parametreleriyle bir Weibull dağılımına sahiptir. X_3'ün beklenen değeri ve varyans:

$$EX_3 = b\,\Gamma[(c+1)/c]$$

$$Var\ X_3 = b^2\,(\Gamma[(c+2)/c] - \{\Gamma[(c+1)/c]\}^2)$$

Weibull dağılımı parametrelerinin belirlenmesi :

Gamma fonksiyonunda olduğu gibi, b ve c parametrelerini belirleyebilmek için yine bir denklem takımını iteratif olarak çözmek gerekir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$b = [(1/n)\sum_{i=1}^{n} x_i^c]^{1/c}$$

$$c = n/[(1/b)^c \sum_{i=1}^{n} x_i^c \ln x_i - \sum_{i=1}^{n} \ln x_i]$$

Kümülatif olasılık için

$$F_{X_3}(X) = 1-\exp[-(x/b)^c]$$

denklemi kullanılır.

- Rayleigh Dağılımı

Weibull dağılımında şekil parametresi c=2 alındığında Rayleigh dağılımı elde edilir.

- Dağılımların Rüzgar Verilerine Uygulanması:

1 Haziran 1985 - 31 Mayıs 1986 tarihleri arasında Göztepe ve Gebze'de kaydedilen rüzgar datalarından hareketle hesaplanan saatlik ortalama rüzgar hızları kullanılmıştır.

Herbir dağılım rüzgar esme sıklıklarını karakterize etmek üzere ayrı ayrı uygulanarak incelenen dağılım parametreleri bulunmuştur. Bu parametrelere dayanarak ve ilgili denklem kullanılarak olasılık değerleri hesaplanmış; bu değerlerden de incelenen dağılım için teorik esme sıklıkları elde edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki tablolarda görülmektedir.

Son olarak, elde edilen teorik esme sıklıkları ve gözlenen değerler Kikare testiyle sınanarak, en küçük Kikare değerlerini veren Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunun rüzgar verilerini en iyi karakterize ettiği görülmüştür.

Fonksiyon Parametreleri (Gebze-Göztepe)

Dağılım	parametreler	Yer Gebze	Göztepe
Lognormal	μ	1.5914	1.1220
	σ	0.9303	0.9034
Gamma	α	1.9330	2.0428
	β	0.2974	0.5107
Weibull	c	1.7276	1.8677
	b	4.2856	3.1357
Rayleigh	b	4.4534	3.1159

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Gözlenen ve Hesaplanan Rüzgar Esme Sıklıkları

(Gebze 1 Haziran 1985-31 Mayıs 1986)

Hız (m/s)	Gözlenen Frekans	Weibull Frekans	Rayleigh Frekans	Lognormal Frekans	Gamma Frekans
0-1	209	211	110	72	119
1-2	1216	1107	830	979	699
2-3	1711	1535	1428	1384	1007
3-4	1573	1578	1669	1282	1098
4-5	1193	1378	1567	1088	1069
5-6	880	1071	1250	889	979
6-7	762	756	865	731	863
7-8	538	492	527	597	741
8-9	316	297	285	489	623
9-10	169	167	136	402	517
10-11	127	89	59	342	424
11-12	39	43	23	269	345
12+	27	36	11	236	276

Gözlenen ve matematiksel olasılıkların karşılaştırılması (Gebze)

Hız	Gözlenen	Weibull	Rayleigh	Lognormal	Gamma
0-1	0.0239	0.0241	0.0126	0.0082	0.0136
1-2	0.1627	0.1504	0.1073	0.1200	0.0934
2-3	0.3580	0.3257	0.2703	0.2780	0.2083
3-4	0.5376	0.5058	0.4608	0.4243	0.3337
4-5	0.6737	0.6631	0.6397	0.5485	0.4557
5-6	0.7742	0.7854	0.7824	0.6500	0.5675
6-7	0.8612	0.8717	0.8812	0.7334	0.6660
7-8	0.9226	0.9278	0.9413	0.8016	0.7506
8-9	0.9587	0.9618	0.9738	0.8574	0.8217
9-10	0.9780	0.9808	0.9894	0.9033	0.8807
10-11	0.9925	0.9910	0.9961	0.9424	0.9291
11-12	0.9969	0.9959	0.9887	0.9730	0.9685
12 +	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Gözlenen ve hesaplanan rüzgar esme sıklıkları (Göztepe 1986 Eylül)

Hız (m/s)	Gözlenen frekans	Weibull frekans	Rayleigh frekans	Gamma frekans	Lognormal frekans
0-1	71	71	18	69	19
1-2	167	145	131	137	165
2-3	138	167	193	142	168
3-4	101	147	174	121	127
4-5	199	99	115	95	91
5-6	91	54	57	71	66
6-7	24	24	23	50	46
7 +	9	13	9	35	36

Gözlenen ve matematiksel olasılıkların karşılaştırılması (Göztepe)

Hız	Gözlenen	Weibull	Rayleigh	Gamma	Lognormal
0-1	0.0986	0.0986	0.0250	0.0958	0.0264
1-2	0.3305	0.3000	0.2069	0.2861	0.2556
2-3	0.5222	0.5319	0.4750	0.4833	0.4889
3-4	0.6625	0.7361	0.7167	0.6514	0.6653
4-5	0.8278	0.8736	0.8764	0.7833	0.7917
5-6	0.9542	0.9486	0.9555	0.8819	0.8833
6-7	0.9875	0.9819	0.9875	0.9514	0.9500
7 +	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Kikare değerleri

	Gebze	Göztepe
Lognormal	4023.54	169.78
Gamma	7214.08	122.04
Weibull	117.98	50.13
Rayleigh	570.99	134.88

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ
1883
MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

[1] UYAR T.S.,FIĞLALI A.,"Wind potential at Gebze and Production Estimates for 55 kW wind turbines",TÜGAM Matbaası Gebze,1986.

[2] HASTINGS N.A.J., PEACOCK J.B., "Statistical Distributions" The Butterworth Group,1975.

[3] BURR I.W., "Applied Statistical Methods" Purdue University, 1974.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

RÜZGAR ENERJİSİ KULLANIM OLANAKLARINI BELİRLEYEN BİR BİLGİSAYAR MODELİ

Alpaslan FIĞLALI
İ.T.Ü. İşletme Fakültesi
Endüstri Müh. Bölümü
Maçka/İSTANBUL

Tenay S. UYAR
Azmi YAZAR
Yücel ERDALLI
TÜBİTAK-MAE-MESAB
GEBZE

Enerjinin kalkınmadaki payının artmasıyla, enerji de giderek pahalılaşan sermaye, toprak ve işgücü gibi ana üretim faktörleri arasına katılmıştır.

Enerjinin artan önemiyle birlikte, petrol ve kömür gibi fosil yakıtların tükenebilir kaynaklar olmaları yanısıra, çevreye yaptıkları kirletici etkiler de dikkate alınarak tüm dünyada güneş, rüzgar, biogaz, hidrojen ve dalga enerjisi gibi yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalar gündeme gelmiştir. Bugün için ekonomik görünmeyen rüzgar enerjisi, fosil kaynakların tükenebilirliği, gittikçe artan fiyatları, imalat teknolojisindeki gelişmeler ve seri üretim olanakları gibi avantajlarla birlikte düşünüldüğünde, enerji sorunlarının aşılmasında uzun dönemde yararlanılabilecek bir kaynaktır.

Rüzgar enerjisinden yararlanma çalışmasının ilk adımı, rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesi ve istatistik incelemenin yapılmasıdır. VAX 11/730 bilgisayar sisteminde Fortran programlama dili kullanılarak geliştirilen model, girdi olarak saatlik ortalama rüzgar hızlarını almakta; çıktı olarak istenen inceleme periyodu için (günlük,aylık,mevsimlik,yıllık) ortalama rüzgar hızı değerlerini esme sıklıklarına ait histogramları ve değişkenlik katsayısı değerlerini vermektedir. Modelde, istatistik incelemenin bundan sonraki aşamasında, rüzgar esme sıklıklarını en iyi karakterize eden dağılım belirlenerek, bu dağılımın parametrelerinden hareketle incelenen periyot için rüzgar enerjisi güç yoğunluğu (W/m^2) hesaplanmakta; son olarak da, çeşitli büyüklükteki türbin tipleri için incelemeni yapılan yer ve periyotta elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarı (kWh) bulunarak,en uygun türbin tipi belirlenmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GİRİŞ

TÜBİTAK-MAE'nde, "Türkiye'de Rüzgar Kullanım Seçeneklerinin Belirlenmesi" projesi çerçevesinde yürütülen bir çalışma da, Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacına yöneliktir.

Modelin kurulması aşamasında 1985 ve 1986 Gebze rüzgar verilerinden hareketle başlanan, daha sonra yaygınlaştırılarak tümü Türkiye için bir değerlendirme yapmaya yönelik olan bu çalışmanın ana amaçları; Rüzgar karakteristiğini ve davranışını istatistiksel olarak görmek ve tanımlamak; Rüzgar-rüzgar türbini etkileşinini inceleyip, olası rüzgar türbini işletim stratejilerini belirlemektir.

İSTATİSTİK ANALİZ :

Modelin oluşturulmasında, 1 Haziran 1985 tarihinden başlanarak Özbektepe'de (GEbze-TÜBİTAK sahası) kaydedilen rüzgar datalarından hareketle hesaplanan saatlik ortalama değerler kullanılmıştır. Ölçüm yapılan sahanın çevresi engelsiz olup, değerler 10 m. yükseklikte anemograf ile kaydedilmiştir.

Modelin tanıtılması, açıklayıcı olabilmesi amacıyla Gebze rüzgar verileri ile yapılmıştır. Son bölümde Göztepe için bir aylık periyotta yapılan inceleme de çıktı olarak yer almaktadır.

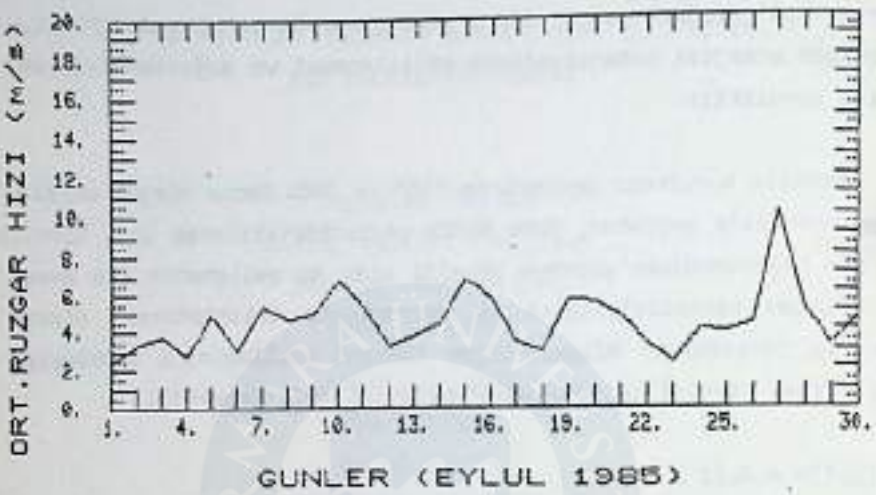
Ortalamalar:

İstatistik analizlerin ilk adımı doğal olarak, datalarin ortalama değerlerinin hesaplanmasıdır. Modelde bu inceleme günlük ortalamalardan, yıllık ortalamalara kadar değişen çeşitli aralıklar için yapılmıştır. Gerekli giriş bilgileri sağlanıp, bilgisayar ortamına geçirildiği takdirde uzun yıllar ortalaması da hesaplanabilmektedir.

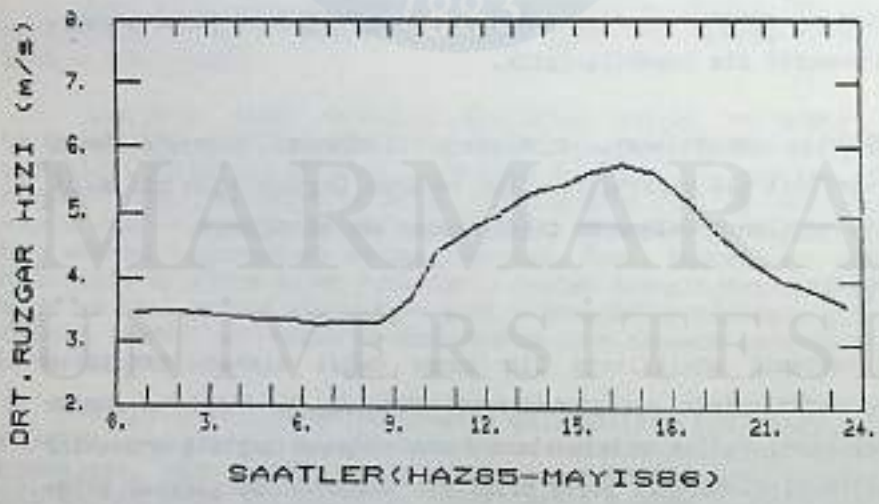
Şekil 1 de ay içinde rüzgarın günlük ortalamalarının gösterdiği büyük değişimler görülmektedir. Bu değişimlerden sıyrılıp, istatistiksel incelemeyi olanaklı kılmak için, modelden istenilen inceleme periyodu boyunca günün her saatinin ayrı ayrı ortalamaları

hesaplanmıştır. Şekil 2, inceleme periyodu bir yıl alındığında görülen duruma bir örnektir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

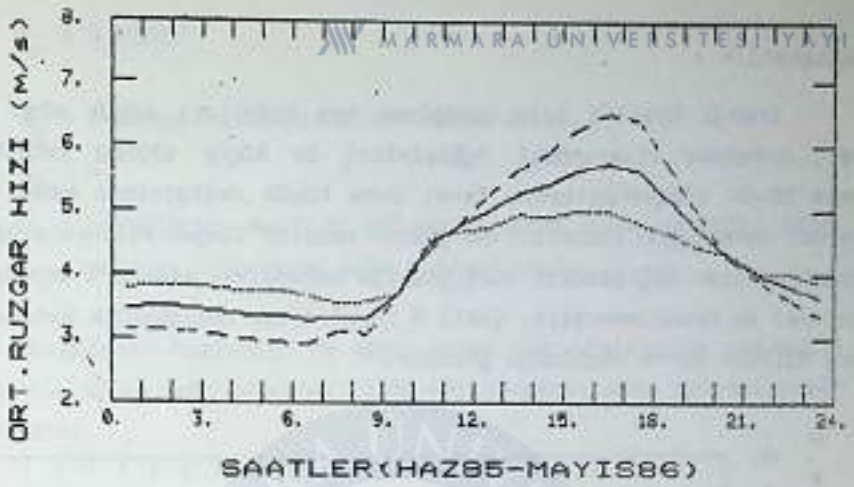


Şekil 1



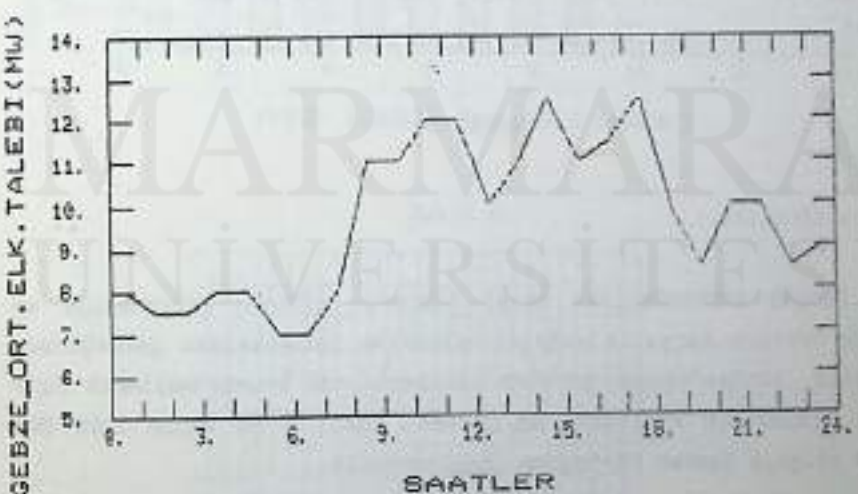
Şekil 2

Şekil 3 de görülebileceği gibi mevsimlik ortalamalar da bu eğri karakteristiğine uymaktadır. Grafiğe basit bir yorum getirirsek: Saat 16-18 de en büyük rüzgar hızlarına erişilmekte; öğleden önceki



Şekil 3

saatlerde yaz ayları (Nisan .....Eylül) için elde edilen eğ ri, yıllık ortalamanın altında, kış ayları (Ekim ..... Mart) için bulunan eğ ri ise yıllık ortalamanın üstünde yer almaktadır. Öğleden sonra durum tersine dönmektedir. İlginç bir nokta da eğri yapısının elektrik enerjisi talebine uymasıdır [Şekil 4].

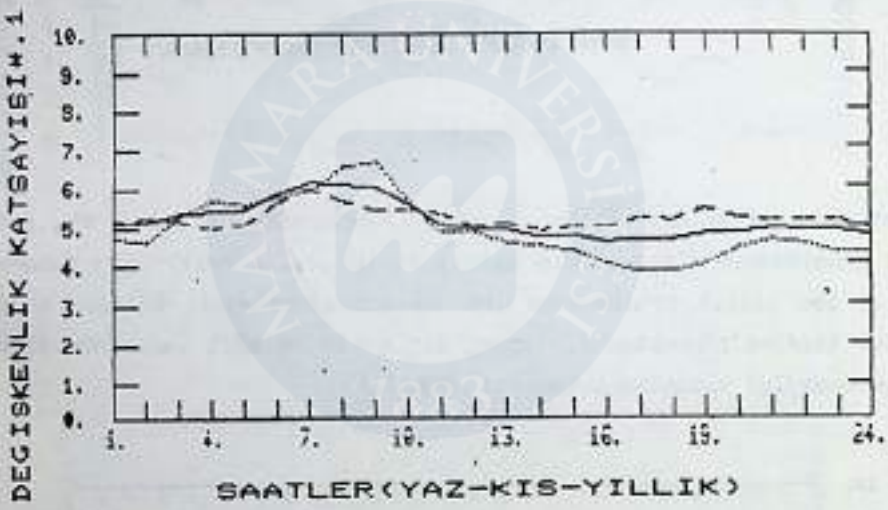


Şekil 4

Değişkenlik :

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Enerji üretimi için, ortalama hız değerleri küçük olan bir yer, ortalama civarındaki değişimleri de küçük olduğu takdirde, daha büyük rüzgarhızlarına fakat daha büyük değişimlere sahip bir yerden daha uygun olabilir. Bu yüzden modelde rüzgar hızının ortalama değerden olan değişimleri (değişkenlik katsayısı= standart sapma/ortalama) de hesaplanmıştır. Şekil 5 incelenirse değişkenlik katsayısının öğleden sonra küçüldüğü görülür.



Şekil 5

Frekans (Sıklık) :

Rüzgar türbinlerinin belli hızların altında çalışmadığı ve değişik hızlara karşılık değişik güçlerde çalıştıkları gerçeğinden hareketle, rüzgar/rüzgar türbini etkileşiminin incelenebilmesi için rüzgar hızlarının sıklığını da bilmek. Şekil 6 da Gebze için bir yıllık bilgiyi içeren histogram görülmektedir.

Modelde güç eğrilerinden hareketle, çeşitli rüzgar türbinleri için, elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarları da hesaplanmaktadır. Örneğin 10 m.deki rüzgar hızları,(güç eğrisi Şekil 7 de), 55 kW lık türbinin çalıştığı 24 m. yükseklik için hesaplanırsa:

$$V_z = V_H(Z/H)^{\alpha}$$

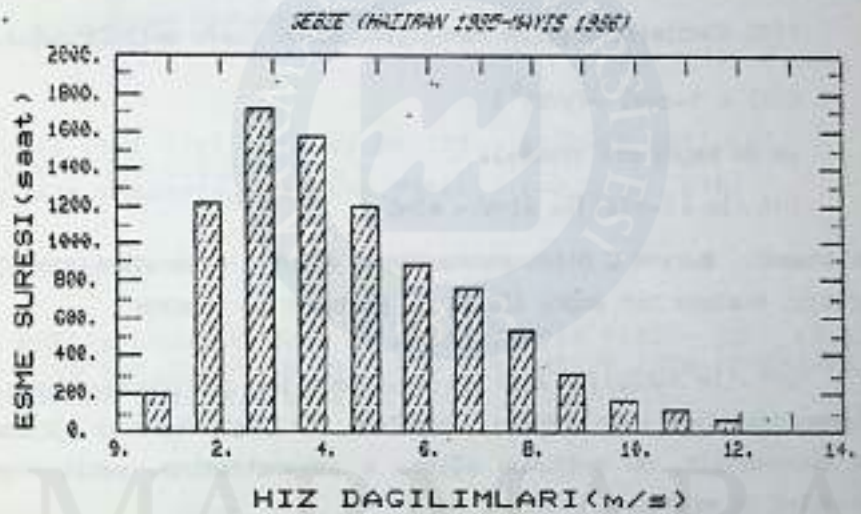
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V_z : Z yüksekliğinde ortalama rüzgar hızı.

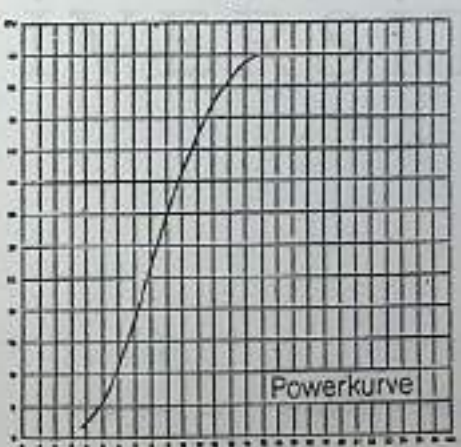
V_H : H " " " "

α : Ölçümlerin yapıldığı bölgedeki arazi durumuna bağlı üstel katsayı (Özbektepe için 0.13 alındı).

Hesaplanan hızlardan ve sözü geçen güç eğrisinden hareketle bir yıllık dönem için Gebze'de 83128 kWh elektrik elde edilebileceği bulunmuştur.



Şekil 6



Şekil 7

Dağılım :

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Matematiksel olarak ifade edildiğinde, rüzgar hızlarının dağılımından hareketle bir rüzgar makinasının çıktısını hesaplamak doğal olarak daha kolaylaşacaktır. Gamma, Rayleigh, Lognormal ve Weibull dağılımı rüzgar çalışmalarında en sık kullanılan dağılımlardır. Modelde de her bir dağılımın parametreleri bulunmakta ve daha sonra rüzgar datalarını en iyi karakterize eden dağılım kikare testiyle belirlenmektedir. Pek az istisnası dışında rüzgar datalarını en iyi Weibull dağılımı temsil ettiğinden kısaca incelemek yararlı olacaktır.

F(V) Kümülatif dağılım fonksiyonu olmak üzere Weibull dağılımı:

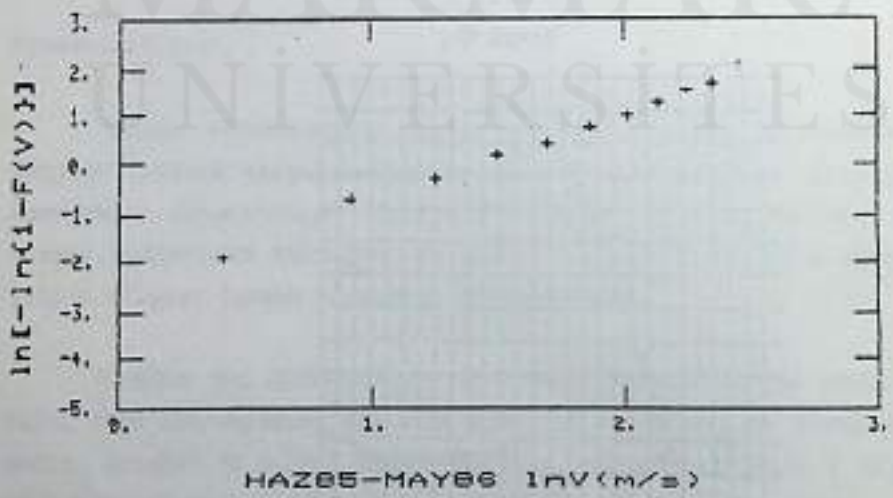
$$F(V) = 1-\exp[-(V/C)^k]$$

ya da başka bir ifadeyle

$$\ln\{-\ln[1-F(V)]\} = k\ln V - k\ln C$$

şeklindedir. Burada C ölçek parametresi, k şekil parametresidir. Logaritmik skalada bir doğru (Şekil 8) gösteren bu ifadede:

$\ln\{-[\ln 1-F(V)]\}$ lere karşılık, $\ln V$ ler grafiğe taşınarak, bulunan noktalara uyan doğrunun denklemi "En küçük kareler yöntemi" ile bulunabilir. Bu doğrunun eğimi, k parametresine, sabit kısmı ise $-k\ln C$ ye eşittir.



Şekil 8

q : havanın ortalama yoğunluğu

e : sakin zamanların yüzdesi (rüzgar hızı < 1 m/s)

P : rüzgarın kinetik enerjisi

A : rüzgar yönüne dik alan

fonksiyonu :

$$\Gamma(a) = a^{a-1/2} \cdot \exp(-a) \cdot \sqrt{2\pi} \left[1 + \frac{1}{12a} + \frac{1}{288a^2} - \frac{139}{51840a^3} - \frac{571}{2488320a^4}\right]$$

olmak üzere ortalama güç yoğunluğu:

$$P/A = \frac{1}{2} q c^3 \Gamma(1+3/k)(1-e/100)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

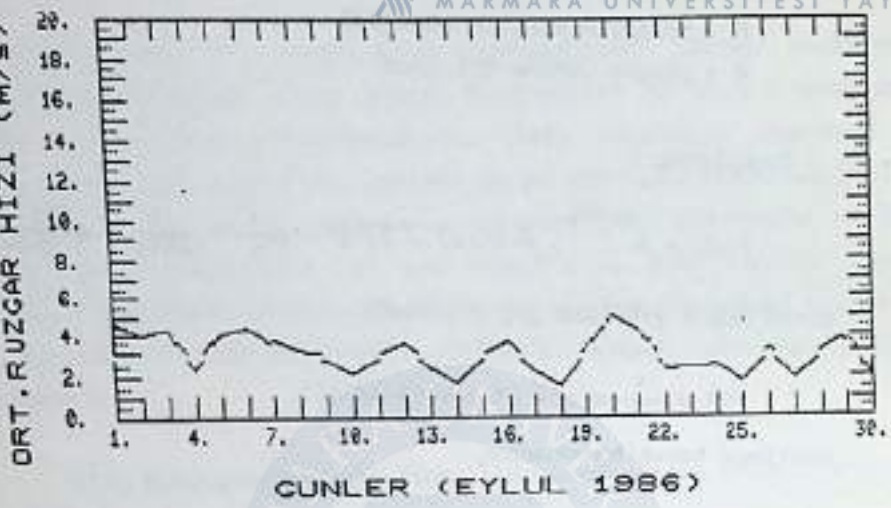
RUZGAR HIZ BOKLIKLARINI EN IYI WEIBULL DAGILIMI
KARAKTERIZE ETMEKTEDIR.
DAGILIM PARAMETRELERI K=1.7301 , C=4.2980 DIR.

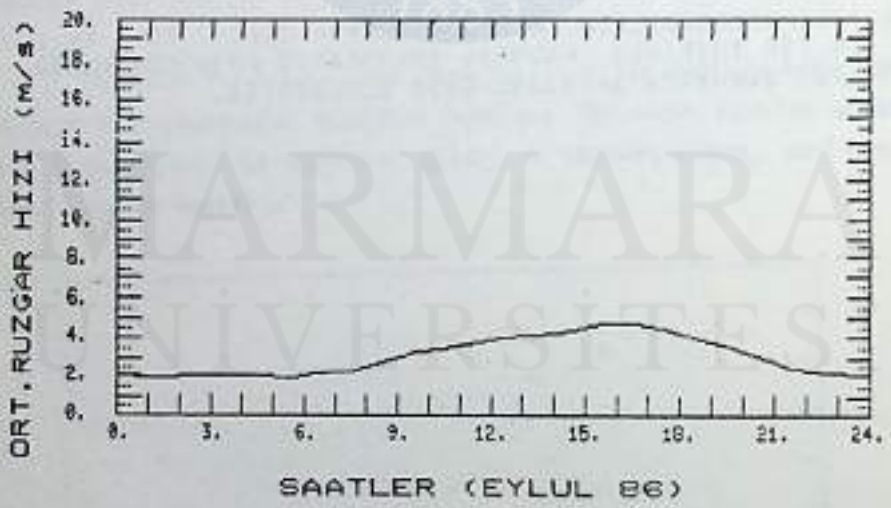
HAZIRAN 1985-MAYIS 1986 GUC YOGUNLUGU 80.04 W/m2 DIR.

BU RUZGAR KOSULLARINDA EN UYGUN TURBIN TIPI 55 kW LIKTIR
55 kW LIK TURBINLE HAZIRAN 1985-MAYIS 1986 DONEMINDE
83128 kWh ELEKTRIK ENERJISI ELDE EDILEBILIR.

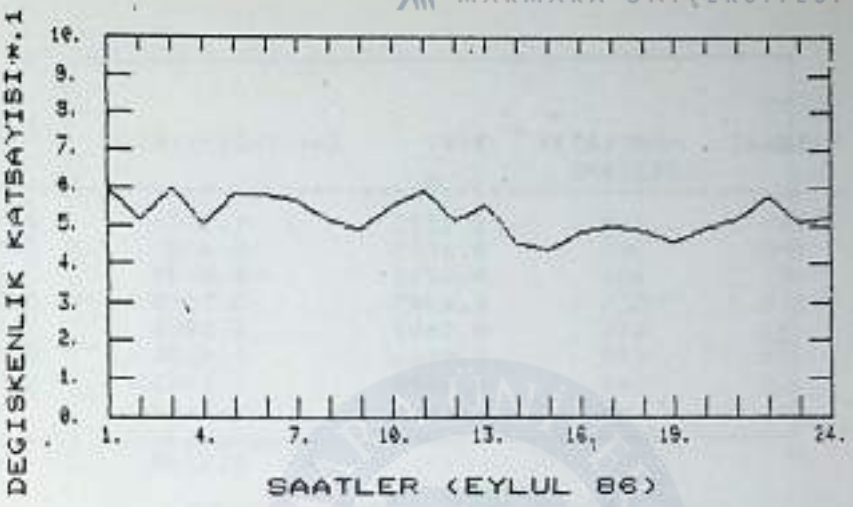
EK .

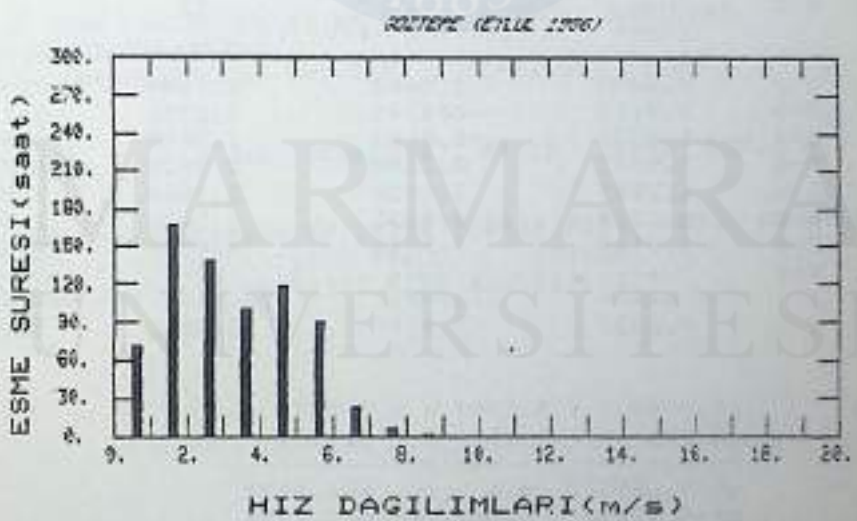
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ





MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ





MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

HIZ	FREKANS	KUMULATIF FREKANS	F(V)	ln(-)ln[1-F(V)])	lnV
1-2	167	167	0.2573	-1.2002	0.4055
2-3	138	305	0.4699	-0.4545	0.9163
3-4	101	406	0.6256	-0.0180	1.2528
4-5	119	525	0.8089	0.5040	1.5041
5-6	91	616	0.9491	1.0900	1.7047
6-7	24	640	0.9861	1.4535	1.8718
7-8	9	649	1.0000	1.7548	2.0149
8-9	---	---	------	------	----
				-------	-------
				3.1296	9.6701

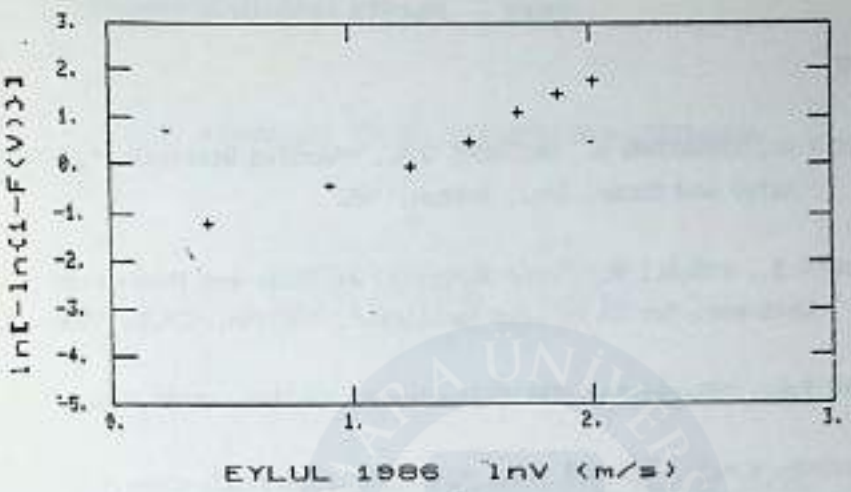
HIZ	x (lnV)	y (ln(-ln[1-F(V)]))	X2	xy
1-2	0.4055	-1.2002	0.1644	-0.4867
2-3	0.9163	-0.4545	0.8396	-0.4164
3-4	1.2528	-0.0180	1.5695	-0.0225
4-5	1.5041	0.5040	2.2623	0.7581
5-6	1.7047	1.0900	2.9060	1.8581
6-7	1.8718	1.4535	3.5036	2.7207
7-8	2.0149	1.7548	4.0598	3.5357
8-9	----	----	----	----
	-------	-------	-------	-------
	9.6701	3.1296	15.3052	7.9470

15.3052 a + 9.6701 b = 7.9470
9.6701 a + 7.0000 b = 3.1296

---

a= 1.0677 a=k k=1.0677
b=-2.1354 b=-k*ln(

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



RUZGAR ESME SIKLIKLARINI EN IYI WEIBULL DAGILIMI
KARAKTERIZE ETMEKTEDIR.
DAGILIM PARAMETRELERI K=1.8677 , C=3.1357 DIR.

1986 EYLUL AYI GUC YOGUNLUGU 47.12 W/m2 DIR.

BU RUZGAR KOSULLARINDA EN UYGUN TURBIN TIPI 55 KW LIKTIR
55 KW LIK TURBINLE 1986 EYLUL AYINDA
2332 KWh ELEKTRIK ENERJISI ELDE EDILEBILIR.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

REFERANS

[1] NETER J., WASSERMAN W., WHITMORE G.A., "Applied Statistics", Allyn and Bacon, Inc., Boston, 1982.

[2] UYAR T.S., FİĞLALI A., "Wind Potential at Gebze and Production Estimates for 55 kW Wind Turbines.", TÜBİTAK, GEBZE, 1986

[3] UYAR T.S., "Rüzgar Enerjisi Sistemleri", TÜBİTAK, GEBZE, 1985.

[4] HOSTINGS N.A.J., PEACOCK J.B., "Statistical Distributions." The Butterworth Group, 1985.

[5] BURR I.W., "Applied Statistical Methods", Purdue University, 1974.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

SU KAYNAKLARI SİSTEM PLANLAMASININ OTOMASYONU

Doç. Dr. Mahmut Sert
Yöneylem Araştırması Bölümü
Marmara Araştırma Enstitüsü
TÜBİTAK-GEBZE

ÖZET

Su kaynakları planlaması, hidroelektrik enerji temini, sulama, taşkından koruma gibi değişik amaçları kapsayan ve, verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesinden, sistem modellemesi ve optimizasyonu, ekonomik analiz, çevre sorunları, sosyal faktörler ve genel ekonomik planlama ile uyuma kadar uzanan çeşitli boyutları olan karmaşık bir süreçtir. Planlama sürecinin, değişik yönleriyle tanımlanması, analizi ve irdelenmesi sonucunda, bazı standart tekniklerin genel amaçlı olarak geliştirilmesi ve gerekli veri tabanı bağlantılarının sağlanabilmesi ile büyük ölçüde bilgisayara dayalı entegre bir su kaynakları sistem planlaması yapısı kurularak otomasyona geçilmesi mümkün görülmektedir. Böyle bir yapının kurulması durumunda, planlamacı, standart çalışma ve ayrıntılarla kaybedeceği zamanı, stratejik planlama konularında yoğunlaştırabilecektir. Ayrıca, değişen ekonomik ve diğer şartlar karşısında, daha önce yapılan planlamaların revizyonu kolayca sağlanabilecek ve mevcut su kaynakları tesislerinin gerçek zaman optimal işletilmesi için gerekli çerçeve hazırlanmış olacaktır.

1. GİRİŞ

Su kaynakları hiç şüphesiz Ülkelerin en önde gelen doğal zenginliklerindendir. Hayatın varlığı ve doğanın canlılığı için vazgeçilemeyecek bir unsur olan su, aynı zamanda, gelişmiş ve sanayileşmiş toplumların en temel ihtiyaçlarından olan elektrik enerjisinin üretiminde büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, su kaynakları planlaması, ülke ekonomisi ve öngörülen hayat standartları ile bütünleşmiş, çok boyutlu ve karmaşık bir süreç olarak ortaya çıkmaktadır. Konunun boyutlarının belirginleşmesi için, su kaynakları planlamasının etkileşime girmesi ve planlama sürecinde gözönünde tutulması beklenen faaliyet alanlarından bazıları;

enerji üretimi, tarım, balıkçılık, ağaçlandırma, taşkından koruma, erozyon kontrolu, içme ve sanayi suyu temini, şehircilik, nüfus dağılımı ve bölgesel planlama, rekreasyon, doğanın ve ekolojik dengenin korunması, ulaştırma ve nehir taşımacılığı, çevre kirliliğinin kontrolu, kamulaştırma ve diğer hukuksal alanlar, ekonomi, maliye, politika ve yönetim olarak sıralanabilir. Planlamacı, bu perspektif içinde ve çoğunlukla birbiriyle çelişen amaçlar arasında, topluma en fazla yarar sağlayacağı varsayılan dengeyi kurmaya çalışacaktır.

Su kaynakları planlama sürecinin karmaşıklığı, çok boyutlu ve çok amaçlı olma niteliklerinin yanısıra, bir ölçüde de, makro ve mikro düzeyde planlama sorunlarının birbirlerinden kolayca ayrılamayacak derecede kaynaşmış olarak bir arada bulunmalarından ileri gelmektedir. Bu süreç içinde, bir taraftan sürekli değişen toplumsal, ekonomik, finansal v.s. "konjektürel" şartlar altında stratejik karar oluşturmaya yönelik faaliyetler yer alırken, diğer taraftan da en ince teknik ayrıntıları kapsayan planlama çalışmalarının paralel yürütülmesi ve bunlar arasındaki etkileşme çerçevesinde en yararlı çözümlere ulaşılması beklenmektedir.

Planlama sürecinin değişik yönleriyle tanımlanması, analizi ve irdelenmesi sonucunda, bazı standart tekniklerin genel amaçlı olarak geliştirilmesi ve gerekli veri tabanı bağlantılarının sağlanabilmesi ile büyük ölçüde bilgisayara dayalı entegre bir su kaynakları sistem planlaması yapısı kurularak otomasyona geçilmesi mümkün görülmektedir. Böyle bir yapının kurulması durumunda, planlamacı, standart çalışma ve ayrıntılarla kaybedeceği zamanı, stratejik planlama konularında yoğunlaştırabilecektir. Ayrıca, değişen ekonomik ve diğer şartlar karşısında, daha önce yapılan planlamaların revizyonu kolayca sağlanabilecek ve mevcut su kaynakları tesislerinin gerçek-zaman optimal işletilmesi için gerekli çerçeve hazırlanmış olacaktır.

Bu çalışmada, su kaynakları sistem planlamasının otomasyonu için öngörülen esaslar sistematik bir yaklaşım içinde sunulmakta ve ülkemizdeki mevcut durum da gözönüne alınarak, otomasyona ilişkin bazı öneriler getirilmektedir.

2. SU KAYNAKLARI PLANLAMA SÜRECİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

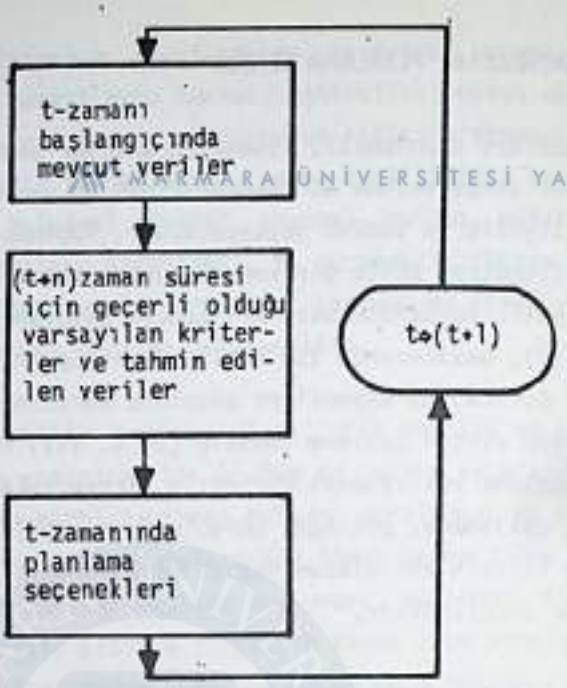
Su kaynakları planlaması, istenilen amaçlar doğrultusunda ve öngörülen kriterler çerçevesinde su kaynaklarının en verimli kullanımını sağlayacak faaliyetlerin tümünü kapsayacaktır. Toplumu ve ekonomiyi çok yakından ilgilendiren böyle bir konuda bugüne kadar pek çok çalışma ve yayın yapılmıştır. Bunlardan bazıları konuya uygulama ağırlıklı yaklaşırken (6, 7, 12), bazılarında ise analiz tekniklerine ağırlık verilmiştir, (3, 5). Ayrıca, su kaynakları planlama sürecinin çeşitli yönlerini ilgilendiren birçok çalışma (mesela (1, 4, 11)) ve ülkemizdeki su kaynakları planlama yaklaşımını ayrıntılı olarak anlatan yayınlar mevcuttur, (2). Bu çalışmada, planlama sürecinin ayrıntıları üzerinde değil, otomasyona ilişkin bir sistem yapısı geliştirmeye yardımcı olacak yönleri üzerinde durulacaktır.

Planlama Sürecinin Sürekliliği

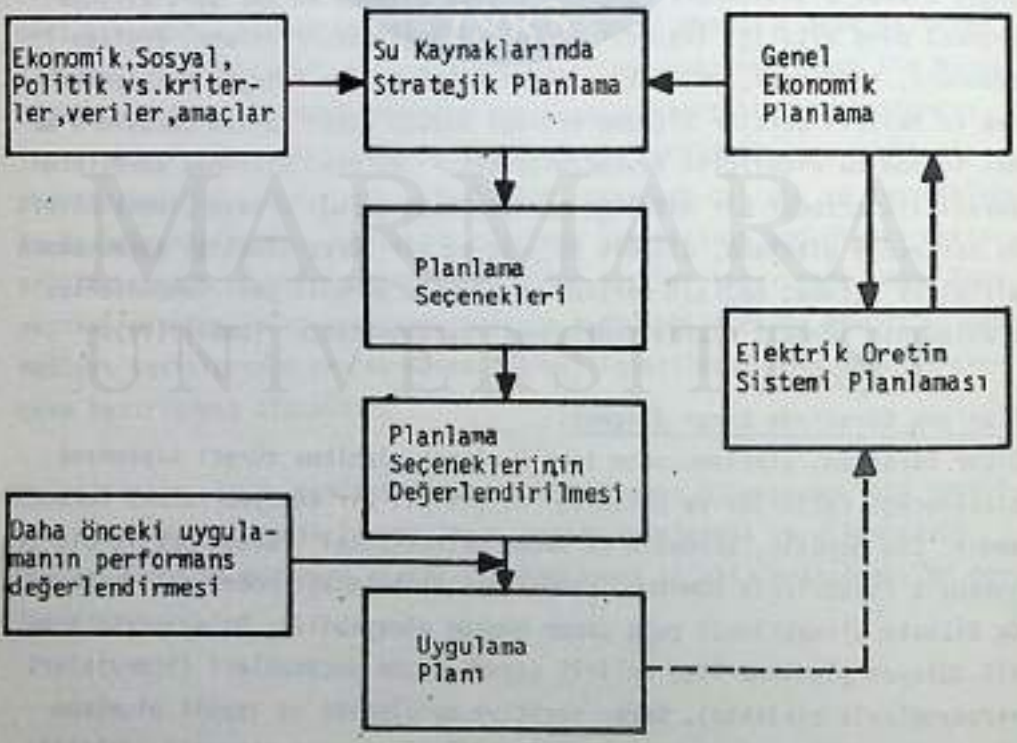
Planlama, mevcut şartlarda ve mevcut bilgilerle, içinde bulunulan zamandan ileriye yönelik olarak tahmin yeteneği geliştirilen bir zaman ölçeği içinde, belirli amaçların sağlanması için geçerli sayılan bazı kriterler altında en uygun çözümleri arayacaktır. Şüphesiz, belirli şartlara bağlı olarak ulaşılan bir çözümün, mutlak anlamda ve her şart altında optimal olma niteliği taşıması sözkonusu değildir. Planlama, değişen ekonomik, toplumsal, politik ve diğer faktörlerden kolayca etkilenebilecek ve belirli şartlar altında optimal olduğu kabul edilen çözümler, zaman içinde bu niteliğini kaybedebilecektir. Burada, planlama sürecinin süreklilik arzeden bir niteliğe sahip olması gereği ortaya çıkmaktadır. Bu çerçevede planlama, dinamik ve yaşayan bir süreç olmakta, geçen zaman dilimleri içinde, değişen şartlar ve ileriye yönelik yeni tahminlerle, planlamanın sürekli olarak yenilenmesi gerekmektedir. (Şekil (1)).

Planlama Sürecinde Karar Oluşması

Diğer taraftan, planlamacının teknik olarak planlama süreci kapsamına alabileceği faktörler ve kriterler de sınırlı bir düzeyde kalmak durumundadır. Çok boyutlu, karmaşık ve bazan matematiksel ifadesi pratik olarak imkansız faktörlerin tümünün, çözünlerin üretileceği model çalışmalarında dikkate alınabilmesi çoğu zaman mümkün olmayabilir. Dolayısıyla teknik düzeyde planlama ile, belirli sayıda çözüm seçenekleri (içerdikleri varsayımlarla birlikte), karar vericiye sunulmakta ve teknik planlama sürecinde dikkate alınamayan bazı faktörlerin (sosyo-ekonomik, politik



Şekil (1). Planlama sürecinin sürekliliği



Şekil (2). Planlama surecinde karar oluşması

finansal, çevresel v.s.) gözönünde tutulması sorumluluğu da diğer karar organlarına bırakılmış veya onlarla paylaşılmış olmaktadır. Böylece, geniş kapsamda planlama, çeşitli disiplinlerde teknik personel ile idari ve politik karar organlarının birlikte rol aldıkları bir süreç olarak görülmelidir. (Şekil (2)).

Planlamada Boyutlandırma-İşletme-Uygulama Bütünlüğü

Su kaynakları planlamasında özellikle önem taşıyan diğer bir nokta da, optimal çözümlere ulaşılabilmesi için sistem konfigürasyonu, boyutlandırılması ve işletilmesinin genellikle birlikte ele alınması zorunluğudur. Ayrıca, sistem içindeki bazı tesislerin inşaat süresinin uzunluğu ve finansal sebeplere bağlı olarak, planlanan sistemin son aşamasına ulaşılması oldukça uzun bir zaman alabilmektedir. Dolayısıyla, planlanan sistem bütünüyle ortaya çıkıncaya kadar geçecek süre içindeki ara kademelerin de planlama süreci içinde mütalaa edilmesi ve en büyük toplam yararı sağlayacak uygulama planının belirlenmesi gereklidir. Bu durumda, su kaynakları planlama süreci içinde, genel olarak sistem boyutlandırılması, işletilmesi ve uygulama (inşa) bütünlüğü dikkate alınacaktır. Konfigürasyonu belirli bir sistemin optimizasyonunu hedef alan "statik" modeller planlama amacıyla kullanıldığında, uygulamanın zaman içindeki değişik aşamalarına karşılık olan veriler, amaçlar ve kriterlerle birçok kereler çalıştırılarak "dinamik" bir işlev gerçekleştirmiş olacaklardır. Diğer taraftan, sistemin zaman içindeki optimal geliştirilmesini hedef alan "dinamik" modeller de zaman içinde değişen veriler ve kriterlerle planlama süreci boyunca defalarca çalıştırılarak planlamanın yenilenmesi sağlanacaktır.

Su Kaynakları Planlamasında Otomasyonun Gerekliliği

Su kaynakları planlama süreci üzerinde yukarıdaki açıklama ve irdelemeler ışığında, otomasyona ilişkin olarak aşağıda sıralanan belirgin bazı özellikler vurgulanabilir:

-Su kaynakları planlamasında dinamik bir süreç sözkonusudur. Geçen zamanla birlikte değişen sosyo-ekonomik, politik ve diğer şartlar, amaçlar ve kriterler çerçevesinde, planlamanın da sürekli olarak yenilenmesi gereklidir.

-Su kaynakları planlaması,toplumu ve ekonomiyi hemen bütün yönleriyle ilgilendiren ve teknik, idari ve politik düzeyde birçok kuruluş

ve organın ortak çabalarıyla zaman içinde bir kararlar dizisi olarak ortaya çıkan bir süreçtir. Teknik düzeyde planlamacının birçok çözüm seçenekleri üretebilmesi, her aşamada en doğru kararların alınabilmesinde önemli bir etken olacaktır.

-Su kaynakları tesislerinin bazılarının yüksek maliyeti, inşasının oldukça oldukça uzun zaman alması ve bu tesislerin (termik santraller gibi değişik nitelikteki diğer tesislerle birlikte) uzun süreler işletmede kalması, su kaynakları planlamasında boyutlandırma ve işletme bütünlüğü yanında, boyutlandirma-işletme-uygulama (inşa) bütünlüğünü de gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla, planlama sürecinde sadece öngörülen sistemin en son durumunun değil, fakat birçok ara durumlarının da ayrıntılı olarak incelenmesi, irdelenmesi ve optimizasyonu gerekmektedir.

-Su kaynakları planlamasında kapsamlı ve ayrıntılı bir teknik çalışma, matematiksel modelleme ve sistem optimizasyonu ile çözümler elde edilmesi, kullanılan teknik ve ekonomik verilerin ve geçerli sayılan amaç ve kriterlerin değişmesine yol açacak kadar uzun bir süre alabilir. Bu durumda, planlama çalışmalarının kolay ve çabuk revizyonu için imkanlar yaratılması büyük önem taşımaktadır.

Su kaynakları planlamasının bu belirgin nitelikleri, planlama sürecinde hızlı, güvenilir ve etkin çözümler sağlayacak ve dolayısıyla karar mekanizmasını kolaylaştıracak bir otomasyon mekanizmasının gerekliliğini açıklıkla ortaya koymaktadır.

3. SU KAYNAKLARINDA ENTEGRE SISTEM PLANLAMASI OTOMASYONU

Su kaynakları planlama sürecinin, otomasyona dayalı entegre sistem planlaması şekline dönüştürülmesi, bir taraftan planlama sürecinde kolaylık, çabukluk ve güvenilirlik sağlayarak planlama seçeneklerinin daha çok sayıda, daha hızlı ve değişen dış şartlara daha duyarlı olarak üretilmesinde etken olacak, diğer taraftan da uygulama kararlarının alınmasını ve uygulamaların izlenmesini kolaylastıracaktır. Ayrıca, planlama sürecinde rol alan bütün organlar, çabalarını ayrıntılar ve standart çalışmalardan daha çok stratejik planlama konuları üzerinde yoğunlastırabileceklerdir.

Su kaynaklarında entegre sistem planlaması otomasyonunun sağlanabilmesi için öncelikle sistem modellemesi ve optimizasyon teknikleri gibi belirli ve kısa sürede değişmeyecek planlama yöntemlerinin, öngörülebilecek bütün uygulamalardaki farklılıklara uyarlanabilecek şekilde (veya belirli uygulama sınıfları için değişik modüller halinde) genel amaçlı ve geniş kapsamlı olarak formüle edilmesi ve bilgisayar programlarının geliştirilmesi gereklidir. Diğer taraftan, planlama sürecinin değişken ve yenilenen amaç ve kriterlerinin, ilgili planlama modüllerine girdi olacak şekilde otomasyon mekanizmasında yer alması sağlanmalıdır. Ayrıca, öngörülen planlama sorununun niteliğine bağlı olarak, istenilen amaçlar, kriterler ve uygulama kapsamına uygun verilerin kolayca sağlanabilmesi ve planlama paketlerine aktarılabilmesi, otomasyonun ayrılmaz bir parçası olacaktır.

Bu çerçevede, otomasyona ilişkin olarak su kaynakları planlama sürecinin temel unsurları aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir:

-Planlama sürecinin gerektirdiği araçlar:

.Planlama Veri Tabanı: Hidrolik ve meteorolojik (aylık, haftalık, günlük v.s. rasatlar ve ortalamalar, maksimum ve minimum değerler), yeraltısuyu, jeoloji, topoğrafya, tarımsal özellikler, sosyal özellikler (yerleşim bölgeleri nitelikleri, nüfus v.s.), ekonomik, mali, idari (personel, stok v.s.), mevcut tesislerin özellikleri ile su ihtiyacı ve enerji talebine ilişkin veriler.

.Planlama Program Paketleri: Bunların, bir bütün halinde veya modüler olarak içermesi gereken konular,
-Akımların analizi ve modellenmesi
-Sistem modellemesi ve optimizasyonu
-Sistem modellemesi ve simülasyonu
-Ekonomik ve mali analiz
başlıkları altında toplanabilir. Planlama seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde, planlama paketleri kullanılacaktır. Sistem modellemesi, optimizasyonu ve simülasyonu ile, başlangıçta ortaya çıkabilecek pek çok ön seçenek,
-Eleme (optimizasyon modeli ile değerlendirme)
-Simülasyon (sistemin amacına uygun işletilmesi ve bazı parametrik değişiklikler)
-Sıralama (seçeneklerin, modeldeki amaç ve kriterlere göre öncelikleri)

sürecinden geçirilerek, temel seçenekler ortaya çıkarılır.

-Planlama sürecinde gözetilen amaçlar:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Su kaynaklarının planlamasında gözetilecek amaçlar, projenin niteliğine göre,

.Hidroelektrik enerji temini
.Sulama
.İçme suyu temini
.Taşkından koruma
.Çevre koruma ve kirlilik kontrolu
.Akarsu taşımacılığı

gibi konuların bir kısmını veya tamamını içerebilir. Bu amaçların, planlama program paketlerindeki amaç fonksiyonlarına, ilişkili oldukları kriterler (ekonomik v.s.) çerçevesinde gerçekçi bir şekilde yansıtılabilmeleri gereklidir. Ayrıca, bu amaçlar, değişik yönleriyle, planlamada kullanılan zaman ölçeği ile de ilişkilidir. Dolayısıyla,

.Uzun süreli planlama (enerji, sulama, taşkından koruma v.s.)
.Kısa süreli planlama (taşkın kontrolu,düşük akımların takviyesi ve diğerleri)
.Gerçek zaman optimal işletme (öngörülen amaçlar doğrultusunda)

çerçevesinde seçilecek zaman dilimlerinin uzunluğuna göre, amaç ve kriterlerin formülasyonları bazı farklılıklar gösterebilecektir. Bunun için otomasyon mekanizması içinde, öngörülen planlama sorununun niteliğine bağlı olarak amaç ve kriterlerle ilgili uyarlamaları yapacak alt-programlar düşünülebilir.

-Planlama sürecinde geçerli kriterler:

Planlama sürecinde gözetilen amaçların gerçekleştirilmesinde ölçüt olarak alınacak kriterler,

.Ekonomik
.Sosyal
.Politik v.s.

içerikli olabilirler. Bu çerçevede, amaçlar ve kriterler arasında çok yakın bir ilişki sözkonusudur ve planlama süreci içindeki formülasyonlarda genel olarak birlikte mütalaa edilmelerinde yarar vardır. Amaçların, tek bir kritere (mesala ekonomik) indirgenerek ifade edilmeleri, homojenlik ve karşılaştırılabilirlik açılarından geçerli ve tercih edilir olmakla birlikte, su kaynakları plan-

lama sorunlarının çok boyutlu ve karmaşık niteliklerinden ötürü bu yaklaşımın her zaman mümkün olacağı söylenemez.

Diğer taraftan, planlama sürecinin değişik aşamalarında öngörülen ayrıntı düzeyleri ve hedeflanan sonuçlar farklılık taşıyacaktır. Bu çerçevelerde yapılabilecek sınıflandırmalar,

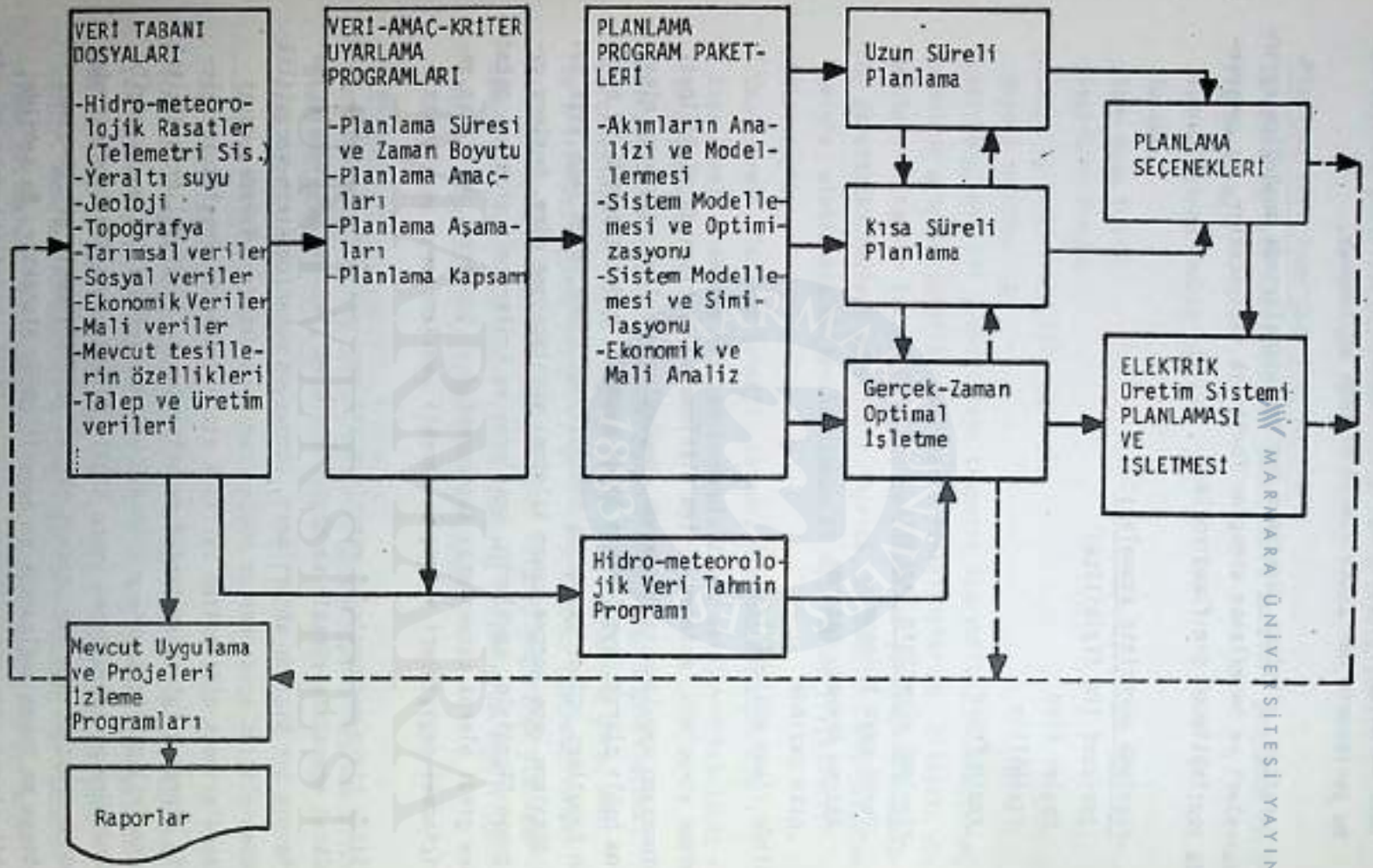
-Planlama sürecinin aşamaları:
.İstikşaf (ön fizibilite)
.Master Plan
.Fizibilite
.Kesin Proje

-Planlama sürecinin kapsamı:
.Yerel veya bölgesel
.Akarsu havzası bazında
.Ülke çapında

şeklinde ifade edilebilir.

Planlama sürecinin, entegre sistem planlaması boyutlarında düşünülmesi ve otomasyon uygulanması durumunda, öngörülen planlama sorununun niteliklerine bağlı olarak, uygulamanın hangi aşamada, hangi kapsamda ve hangi zaman boyutları içinde (yukarıda bahsedildiği üzere, uzun veya kısa süreli planlama veya gerçek zaman işletme) yapılacağına göre, bunlara uygun zaman ölçeğiyle, verilerin, amaçların ve kriterlerin planlama paketlerine girdi olarak aktarılması sağlanmaktadır. Şüphesiz, verilerin zaman içindeki değişimleri izlenerek gerekli yenilemeler de yapılacaktır.

Özellikle hidro-meteorolojik rasatlara ait verilerin, bilgisayarda oluşturulacak dosyalara süratle ve öngörülebilecek planlama uygulamalarına uyarlanmış bir biçimde aktarılması, otomasyon mekanizmasının verimlilik ve güvenirliliği açısından da büyük önem taşımaktadır. Burada, rasat istasyonlarından elde edilen verilere ait elektronik sinyallerin telemetrik olarak bilgi işlem merkezine aktarılması, bu sinyallerin dijital hale getirilip bilgisayara yüklenmesi ve "ham veri"yi "işlenmiş veri"ye dönüştürecek işlemlerden sonra ilgili dosyalara kaydedilmesinin otomasyon mekanizmasının bir parçası olarak yapılabilmesi, gerçek-zaman işletmeye de imkan sağlayacak en geçerli çözüm olacaktır. Bu şekilde, sürekli olarak elde edilebilecek rasat verileri, bilgisayardaki dosyala-



Şekil (3). Su Kaynaklarında Entegre Sistem Planlaması için öngörülen yapı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ra istenilen zaman aralıkları için kesintili değerler, ortalamalar, maksimum ve minimum değerler olarak girilebilir. Bu dosyalar, kısa veya uzun süreli planlama çalışmaları veya gerçek zaman optimal işletme gibi kullanım amaçlarına uygun olarak sınıflandırılabilir ve gerektiğinde istenilen planlama paket programına girdi olarak çağırılabilir. Gerçek-zaman optimal işletme durumunda, optimal planlama programına ek olarak, mevcut verilerden hareketle geleceğe ait belirli bir zaman süresi için veri tahmin yeteneği sağlayan bir alt-programın gerekli olacağı da burada not edilebilir.

Görüleceği üzere, su kaynaklarında entegre sistem planlamasının oluşturulması, geniş ölçüde bir yönetim-bilişim sisteni tasarımı özellikleri taşımaktadır. Dolayısıyla, entegre sistem planlaması çıktıları arasında, aynı zamanda, gerekli görülecek yönetim-bilişim sisteni çıktılarının da yer alması sağlanabilir. Bu çerçevede sisteme, mevcut uygulamaları, teknik gelişme, maliyet, malzeme, ekipman ve işgücü yönlerinden izleyecek proje izleme programları ile, mevcut tesislerin özelliklerinin dökümü, geliştirme planları ve planlama seçeneklerinin dökümü, üretim ve talebin izlenmesi gibi konularda raporlar üretecek programlar da eklenebilir.

Yukarıdaki açıklamalar ışığında, su kaynaklarında entegre sistem planlaması için öngörülen yapı Şekil (3)'te şematik olarak özetlenmiştir.

4. ÜLKEMİZDE SU KAYNAKLARI PLANLAMASINDA OTOMASYON POTANSİYELİ

Ülkemizde su kaynakları sistem planlaması henüz otomasyondan uzak olmakla birlikte, bu konuda önemli adımlar atılmış ve atılmakta olduğu söylenebilir. Otomasyonun önde gelen unsurlarından olan genel amaçlı sistem planlama paketleri çerçevesinde, DSİ-TÜBİTAK işbirliği ile, çok barajlı ve çok amaçlı havzaların uzun süreli planlaması için optimizasyon ve benzetim modellerinden oluşan genel amaçlı sistem çalışması ve ilgili bilgisayar programları geliştirilmiştir, (8). Diğer taraftan, benzer bir yaklaşımın, gerek beklenen faydaların daha ayrıntılı bir şekilde optimizasyonu, gerekse taşkınlar gibi risklerin minimuma indirilmesi gereken kritik olayların incelenmesi ve kontrolu açılarından kısa süreli planlamada ve gerçek-zaman optimal işletmede de uygulanabileceği gösterilmiştir, (9). Ayrıca, hidroelektrik tesislerin diğer enerji tesisleri ile birlikte belirli bir enerji talebini optimal olarak karşılaması için, optimizasyon ve benzetim modellerinden oluşan genel amaçlı bir sistem

çalışması ve ilgili bilgisayar program paketlerinin geliştirilmesi, EIEI-TÜBİTAK işbirliği çerçevesinde gerçekleştirilmiştir,(10). Benzer bir amaca yönelik olarak elektrik üretim sisteminin zaman içinde optimal geliştirilmesi için kullanılacak WASP (Wien Automatic System Planning Package) program paketi, TEK tarafından IAEA (Uluslararası Atom Enerji Ajansı) vasıtasıyla temin edilmiştir.

Genel olarak su kaynakları planlamasında kullanılmakta olan DSİ bünyesinde mevcut diğer programlar aşağıda sıralanmıştır:

-Benzetim yöntemi ile tek veya ardışık barajların işletme çalışmalarını yaparak güvenilir ve sekonder enerjileri hesaplayan program.

-Tam sulama veya kısıtlı sulama kurallarını kullanarak istenilen regülasyon oranına göre barajı boyutlandıran ve işletme çalışmasını yapan program.

-Blaney-Criddle yöntemiyle bitki suyu ihtiyaçlarını bulan program.

-Kolmogorov-Smirnov testi ile verilen datanın hangi tip dağılıma uygun olduğunu bulan program.

-Doğrusal, logaritmik veya üssel olarak ikili veya çoklu korelasyon yapabilen program.

-Taşkın ötelemesi yapan program.

-Birim hidrograf süperpozisyonu yapan program.

-Debi süreklilik eğrisini ve buna karşılık olan enerji değerlerini hesaplayan program.

-Hidroelektrik türbin tipi, karakteristikleri ve maliyetlerini veren program.

-Projelerin ekonomik analizini yapan ve iç karlılık oranını, rantabiliteleri hesaplayan program.

-Deprem risk analizi yapan program.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

-Harita işleri yapan; paket program, bilgisayar ve çizici (plotter) den oluşan özel sistem.

-Türkiye'deki hidroelektrik santralların özellikleriyle birlikte listesini veren program.

-Proje izleme programı.

-Kamulaştırma hizmetleri takibi, muhasebe-bordro ve bütçeye ilişkin programlar.

Bunlara ek olarak DSİ, FAO ile birliği çerçevesinde DASI ve CAPPA paket programlarına sahip olmuştur. DASI, tarımsal proje analizinde gerekli verilerinişlenmesi ve sistem simülasyonunda kullanılabilecektir. CAPPA ise tarımsal kalkınma senaryoları hazırlamak ve birbirleriyle kıyaslamak için tasarlanmıştır ve hedef oluşturulması, kaynak tahsis senaryosunun tasarımı ve bu senaryonun teknik ve ekonomik analizinden oluşan ardışık işlemleri yapabilen, etkileşimli çalışmaya uygun bir program paketidir.

Görülüyor ki, su kaynaklarında entegre sistem planlamasının sağlanması ve otomasyona geçilebilmesi için ülkemizde önemli bir potansiyel mevcuttur. Bazı eksikliklerin giderilmesi yanında, yapılması gereken, dağınık haldeki bu potansiyelin,bu çalışmada tanımlandığı gibi belirli bir sistem yapısı çerçevesinde bütünleştirilmesini sağlamaktır. Esasen ülkemizde elektrik üretiminin otomatik kontroluna yönelik olarak TEK bünyesinde kurulan Milli Kontrol Merkezi (Gölbaşı) ve Bölgesel Kontrol Merkezleri (Gölbaşı, Adapazarı, İzmir, Samsun, Keban) yakın bir gelecekte faaliyete geçecek duruma gelmişlerdir. Bu bakımdan, su kaynaklarında sistem planlamasının otomasyonu ve gerçek-zaman optimal işletmeye yönelik çalışmalar da daha fazla önem ve güncellik kazanmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su kaynakları planlama sürecinin çok boyutlu ve karmaşık yapısı, entegre sistem planlaması otomasyonunu gerekli kılmaktadır. Otomasyon, bir taraftan planlama sürecinde çabukluk, kolaylık ve güvenilirlik sağlaya-

rak planlama seçeneklerinin daha çok sayıda, daha hızlı ve değişen dış şartlara daha duyarlı olarak üretilmesinde etken olacak, diğer taraftan da uygulama kararlarının alınmasını ve uygulamaların izlenmesini kolaylaştıracaktır. Ayrıca, planlama sürecinde rol alan bütün organlar, çabalarını ayrıntılar ve standart çalışmalardan daha çok stratejik planlama konuları üzerinde yoğunlaştırabileceklerdir.

Otomasyon mekanizmasının kurulmasında izlenecek yöntemle ilgili öneriler,

-Su kaynakları planlamasında kullanılan, sistem modellemesi, optimizasyon teknikleri veya benzetim yöntemi gibi bazı standart tekniklerin, genel amaçlı olarak formülasyonu, bilgisayar programlarının hazırlanması ve "planlama paketleri" halinde bilgisayara yüklenmesi,

-Su kaynakları planlamasına yönelik veri tabanının, planlama sürecinde karşılaşılabilecek değişik kullanım amaçlarına uygun olarak bilgisayarda dosyalanmaları ve sürekli olarak yenilenmelerininsağlanması,

-Öngörülebilecek planlama sorunlarının niteliklerine bağlı olarak, planlama çalışmasının düzeyi (planlama aşaması), kapsamı ve ilgili olduğu zaman boyutuna göre, uygun verilerin, amaçların ve kriterlerin planlama paketine girdi olarak aktarılabilmesi için, "veri, amaç, kriter uyarlama" programlarının bilgisayara yüklenmesi; ve, sözkonusu program paketleri arasında koordinasyonu sağlayacak etkileşimli bir "sistem yönetici program"ın geliştirilmesi,

-Sisteme, mevcut uygulamaları, teknik gelişme, maliyet, malzeme, ekipman ve işgücü yönlerinden izleyecek proje izleme programları ile, mevcut tesislerin özelliklerinin dökünü, geliştirme planları ve planlama seçeneklerinin dükümü, üretim ve talebin izlenmesi gibi konularda raporlar üretecek programların eklenmesi,

-DSİ Genel Müdürlük ve Bölge teşkilatlarında, birbirleriyle bağlantılı bir bilgisayar ağı kurulması ve böylece mevcut veri tabanı ve program paketlerine bütün teşkilatın kullanıcı terminalleri vasıtasıyla istenildiği anda ulaşabilmesi; diğer taraftan da TEK,

EIEI, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ve diğer ilgili kuruluşların)bünyesindeki bilgisayarlarla bağlantı sağlanması ve buralardaki bilgi ve program paketlerinin ortak kullanılabilmesi,

-Hidrolojik ve meteorolojik rasatların, (kurulacak bir telemetri sistemi yardımıyla), veri tabanına sürekli olarak kaydedilmesi ve ileriye yönelik belirli bir zaman süresi için veri tahmin yeteneği sağlayan bir alt-programın geliştirilmesi sonucunda, mevcut su kaynakları sisteminin gerçek-zaman optimal işletilmesinin sağlanması, (ve bu çerçevede elektrik üretim sistemi Milli Kontrol Merkezi ve Bölgesel Kontrol Merkezleriyle bağlantı kurulması),

olarak özetlenebilir. Bu önerilerin içerdiği çalışmaların birçoğunun, ülkemizdeki mevcut potansiyel çerçevesinde, gerçekleştirilmesi önemli bir güçlük arzetmemektedir; hatta bazıları gerçekleştirilmiş bulunmaktadır. Önemli olan, bunların entegre bir sistem planlaması yapısı içinde bütünleştirilebilmesi ve böyle bir çabanın sağlayacağı yararların kısa sürede açıklığa kavuşmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Becker, L., Yeh, W. W-G. "Optimization of Real Time Operation of a Multiple-Reservoir System", Water Resources Research, Vol.10, No.6, pp.1107-1112,December 1974.

2. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün muhtelif yayınları; özellikle: DSİ-Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, "Su ve Toprak Kaynakları Geliştirme Projeleri Planlama Semineri", DSİ Matbaası, Ankara, 1986.

3. Dorfman, R. "Formal Models in the Design of Water Resource Systems", Water Resources Research, Vol.1, No.3, pp.329-336, 1965.

4. Jacoby, H.D., Loucks, D.P. "Combined Use of Optimization and Simulation Models in River Planning", Water Resources Research, Vol.8, No.6, pp.1401-1414, December 1972.

5. Loucks,D.P., Stedinger, J.R., Haith, D.A. "Water Resource Systems Planning and Analysis", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.

6. Major D.C., Lenton, R.L. "Applied Water Resource Systems Planning", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1979.

7. Saha, S.K., Barrow, C.J. (Eds.) "River Basin Planning: Theory and Practice", John Wiley & Sons, Chichester-England, 1981.

8. Sert, M., Ücal, M., Oktay, N. "Sakarya Havzası Optimal Enerji Üretimi", Proje Raporu, TÜBİTAK, Marmara Araştırma EnstitüsÜ, Yöneylem Araştırması BölümÜ, Gebze, EylÜl 1983.

9. Sert, M. "Çok Barajlı Hidroelektrik Sistemlerin Uzun ve Kısa Süreli Optimal Planlaması ve Gerçek Zaman İşletilmesi", Türkiye 4. Enerji Kongresi-İzmir, Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt 2, sayfa 81-93, Ankara, 1986.

10. Sert, M., Azun, M.S., Ertuğlu, M., Konaklıoğlu, T., Diner, N., Ural,G. "Yenilenebilir ve Alışılmış Enerji Kaynaklarının Bileşik Kullanımı ile Optimal Enerji Üretimi-Sistemin Modellenmesi ve Çözüm Tekniklerinin Geliştirilmesi", Proje Raporu, TÜBİTAK, Marmara Araştırma EnstitüsÜ, Yöneylem Araştırması BölümÜ, Gebze, Ekim 1984.

11. Trott, W.J., Yeh, W.W-G. "Optimization of Multiple Reservoir Systems", J.Hyd.Div., Proc.Am.Soc. Civil Engrs., Vol.99, HY10, pp.1865-1884, October 1973.

12. Yaron D., Tapiero, C.S. (Eds.) "Operations Research in Agriculture and Water Resources", North Holland Pub.Comp., Amsterdam, 1980.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI 1987

NÜKLEER ENERJİ SANTRALLARI : GELİŞMELERİ VE ÖZELLİKLERİ

Yrd. Doç. Dr. Mahmut A. SAVAŞ

Boğaziçi Üniversitesi, İSTANBUL, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. YeryüzünÜn Enerji Gereksinimi

Enerji analistlerinin tahminlerine göre en yoğun tasarruf tedbirlerine karşın yeryüzünün enerji gereksinimi, genelde: a) Dünya nüfusunun artması ve b) Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yaşam düzeylerini yükseltme arzuları, nedeniyle hızla artacaktır[1,2].

Yakın gelecekte petrol ve doğal gaz rezervleri hızla tükenecek, elde kalan kaynaklardan kömür çıkartmak ise daha pahalıya mal olacaktır. Bu nedenle doğal kaynakların elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaları ekonomik olmaktan çıkacak ve artan enerji gereksinimi karşısında nükleer enerjiye olan bağımlılık da kaçınılmaz olarak artacaktır. Bütün kaygılara ve karşıt görüşlere karşın 1985 yılı verileri dünyamızda nükleer enerji üretiminin %16 arttığını belirlerken, petrol üretimi %1 oranında azalmıştır. Nükleer enerjiye en açık ülkelerden olan Fransa günümüzde toplam enerji üretiminin yarısına yakınını nükleer enerji santrallarından sağlamakta ve gelecekte bu oranı daha da yükseltmeyi planlamaktadır.

2- Fizyon Olayı

Nükleer enerji santrallarını tanıtmadan önce fizyon olayından bahsetmek gerekir. Uranyum 235 izotopu düşük enerjili nötronlarla bombalandığında fizyona uğrar, yani daha kararlı durumdaki yeni ve hafif birkaç elemente ve parçacıklara ayrışır (Şekil 1). Parçalanma olayından önceki ve sonraki kütle farkı (m) ısı enerjisi (E) olarak açığa çıkar ($E = mc^2$, c = ışık hızı). Bu miktar kömürden elde edilen ısı enerjisinden 2.5 milyon kat daha fazladır. Fizyon olayından sonra

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

oluşan elementlerde nisbeten kararsızdırlar ve radyoaktif bozunma yoluyla daha kararlı yapılara dönüşürken bir miktar daha ısı açığa çıkarırlar.

3. Konvansiyonel ve Nükleer Enerji Santralları

Konvansiyonel bir enerji santralı ile nükleer enerji santralı arasındaki temel fark türbinleri çeviren ısı kaynaklarının (yakıtlarının) farklılıklarıdır (Şekil 2). Nükleer enerji santralına ısı sürekli bir fizyon olayının yaratıldığı nükleer reaktörden sağlanır. Konvansiyonel bir santral yakıt olarak kömür, petrol veya doğal gaz, nükleer santral ise uranyum 235 yakar. Açığa çıkan ısı kazandaki suyu buharlaştırmakta kullanılır. Elde edilen buhar türbini, türbin de jeneratörü çevirir ve sonuçta elektrik enerjisi üretilir. Günümüzde tek bir nükleer reaktörü bulunan bir enerji santralı en az 600 megavatlık elektrik enerjisi üretebilmektedir.

Genel olarak bir nükleer enerji santralının tipi kullanılan nükleer reaktörün tipi ile belirlenir. Tipi ve menşei ne olursa olsun bir nükleer reaktörün yakıta, yakıt koruyucusuna (fuel clad veya fuel can), soğutucuya, nötron yavaşlatıcıya (moderator) ve kontrol çubuklarına ihtiyacı vardır. Bunlar bir arada nükleer reaktörün kalbini veya çekirdeğini oluştururlar ve çelik, beton bazen de Candu sisteminde olduğu gibi ek olarak vakumlu binalar içerisinde kapalı bir biçimde korunurlar. Herhangi bir sistemde genel olarak;

a) Başlangıçta uranyum 235 içeren metalik uranyum veya uranyum oksit çubukları yakıt olarak nükleer reaktöre yüklenir.

b) Yakıt koruyucusu, yakıtı ve soğutucuyu birbirinden ayırır,

fizyon olayının ürünleri radyoaktif elementlerin soğutucuya karışmasını engeller ve açığa çıkan ısıyı yakıttan soğutucuya iletir. Yakıt koruyucusu için seçilecek malzemenin sağlam ve esnek; ısıya, korozyona ve radyoaktiviteye dayanıklı; iyi bir iletken ve zincirleme fizyon olayının sürekliliği için gereken nötronları tutmaması (çekirdeğin de alıkoymaması) gerekir.

c) Çarptığında uranyum 235 atomunun çekirdeğinde, kalabilmesi ve zincirleme fizyon olayına yol açabilmesi için yavaşlatılmış (düşük enerjili) nötronlar gerekir. Bunu başarabilmenin yolu açığa çıkan hızlı (yüksek enerjili) nötronları hafif kütleli atomlarla elastik biçimde çarpıştırmaktır. Bu nedenle nötron yavaşlatıcılar kütleleri hafif ve mümkün olduğunca az nötron tutan elementlerden seçilirler. Zincirleme fizyon olayında nötron yavaşlatıcıların işlevi şematik olarak Şekil 1'de gösterilmektedir.

d) Zincirleme fizyon olayı ile açığa çıkan ısı yakıt koruyucularının çevresinden akan soğutucu yoluyla kazana iletilir. Bu ısıyla kazanda buharlaştırılan hafif su (H_2O) ise türbinleri çevirmeye yarar, Şekil 2. Soğutucuda aranılan başlıca özellikler yüksek ısı tutma kapasitesi, nötron kaybının az olması ve ısı etkisiyle bozunmamasıdır.

e) Zincirleme fizyon olayı, dolayısıyla açığa çıkan ısı miktarı, kontrol çubukları kullanılarak ayarlanır. Bu nedenle kontrol çubuklarının çok fazla nötron tutan elementlerden seçilmeleri gerekir. Yeryüzündeki bütün nükleer reaktörlerde kadmiyum veya bor kontrol çubukları kullanılır.

4. Nükleer Enerji Santrallarının Gelişimleri

Yeryüzünde ilk nükleer reaktör İkinci Dünya Savaşı sırasında

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Enrico Fermi başkanlığında 1942'de Chicago Oniversitesinde inşa edilmiştir. Bu ve daha sonraki nükleer reaktörler araştırma ve atom bombasına gerekli plütonyum 239 üretmek amacıyla kullanıldılar. İkinci aşamada nükleer enerji ile hareket eden denizaltılar programa alındı. Bu nitelikteki ilk reaktörler 1954 yılında ABD ve SSCB'de devreye girdiler. 1955 yılında Cenevre'de yapılan bir uluslararası konferansta ilk kez nükleer enerjinin barışçı amaçlarla, insanlığın yararına elektrik enerjisi üretmek için de kullanılabileceğine karar verildi. Böylelikle çeşitli ülkelerdeki nükleer enerji santrallarının tipleri ve özellikleri savunma(askeri) yönlü deneyimlere göre belirlenmiş oldu[1,4]. Yeryüzünde yalnızca elektrik enerjisi üretmek amacıyla kurulan ilk nükleer reaktörün (nükleer enerji santralının) Ekim 1956'da İngiltere'de Calder Hall yöresinde hizmete girdiği öne sürülür. Bu ve bunu takip eden 28 nükleer enerji santralı (özel bir magnezyum alaşımından yapılan yakıt koruyucularından dolayı Magnox tipi olarak anılırlar.) gerçekte plütonyum 239 üreten savunma amaçlı bir nükleer reaktöre çok benziyor ve karbondioksit (CO_2) gazı ile soğutuluyorlardı. Başlangıçta gaz soğutmalı nükleer reaktörler Fransa'da da tutuldular ve 1970 yılına kadar bu tipte yedi küçük nükleer enerji santralı hizmete girdi. Atom bombası ile ilgili çalışmalarını diğer ülkelerden önce tamamlayan ABD ve SSCB İkinci Dünya Savaşı sonrası nükleer (atom) denizaltıları nedeniyle çabalarını hafif su soğutmalı nükleer reaktörlerde yoğunlaştırdılar. İlk ABD nükleer denizaltısı Nautilus 1954 yılında denize indirildi. Nautilus'un nükleer reaktörü Westinghouse firmasınca yapılmıştı ve basınçlı su reaktörü (Pressurized Water Reactor: PWR) olarak sınıflandırıldı. Aynı firma üç yıl sonra Philadelphia yakınlarında

Shippingport'ta ABD'nin ilk nükleer santralını kurdu. Denizaltılara nükleer reaktör yapan diğer bir kuruluş General Electric firması da kaynar su reaktörünü (Boiling Water Reactor: BWR) geliştirmişti. Bu firmanın ürettiği ABD'nin ikinci nükleer enerji santralı da 1958 yılında Chicago yakınlarında devreye girdi. Sonraları Avrupa'da da yaygınlaşan nükleer enerji santralları doğrudan bu iki ABD firması tarafından veya bunlardan lisanslı Avrupa firmalarınca inşa edildi. En başarılı da PWR üreten Fransa'nın Framatome firması oldu. SSCB nükleer enerji santrallarının önemli bir bölümü de PWR tipindedir. (Çernobil'de kazaya uğrayan nükleer enerji santralı bu gruba dahil değildir.). Gerçekte günümüzde özellikle sosyalist ülkeler dışındaki nükleer enerji santrallarının çok büyük bir bölümü PWR veya BWR sistemleridir. 1980 yılında yapılan bir araştırmaya göre yeryüzünde çalışır veya inşa durumunda bulunan veya siparişleri tamamlanan bütün nükleer enerji santrallarından 289 tanesinin PWR, 117'sinin BWR ve kalan 124'ünün ise (Magnox gibi artık üretilmeyenlerde dahil) başka tiplerde olduğu saptanmıştır.

Başlangıçtan itibaren nükleer enerji santralı konusundaki araştırma ve geliştirmesini savunma deneyimlerine dayandırmayan ülke ise Kanada oldu (5). Atom bombası veya nükleer denizaltı yapmak amacında olmayan ve zengin uranyum rezervlerine sahip bulunan Kanada nükleer enerjiden öncelikle elektrik enerjisi üretebilmek için çaba harcadı .. Çok ileri ve pahalı bir teknoloji gerektiren yakıt zenginleştirme (yakıtta uranyun 235 miktarını yükseltme) işleminden kaçınmak için soğutucu ve nötron yavaşlatıcı olarak hafif su yerine ağır su (D_2O) kullandı. Yakıtının uranyum oksit olmasının yanı sıra aşağıda belirtileceği gibi tasarımı da hafif su reaktörlerinden

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

çok farklıydı ve Candu (CANada Deuterium Uranium) tipi olarak bilinmeye başlandı. Çok güvenilir bulunduğundan yeryüzünün en büyük nükleer enerji santrallarından birisi ülkenin en kalabalık şehri Toronto'ya bir hayli yakın Pickering kasabasında kuruldu. 4x508 megawatt gücündeki Pickering nükleer enerji santralı 1971 yılında hizmete girdi. Bütün olumlu yönlerinde karşılık Candu sistemi dünya pazarında PWR ve BWR nükleer enerji santralları kadar alıcı bulamamıştır.

Genelde bütün nükleer enerji santralları yakıt olarak uranyum 235 kullanır ve bunlar bazen termal reaktörler olarak genel bir grupta da toplanır. Henüz tam olarak geliştirilememiş ve yakıtını kendisi üreten anlamına gelen Fast Breeder Reactor (FBR) ise gelecekte yeni bir tip nükleer enerji santralı olarak hizmet verecektir. Uranyum 235'ten başka uranyum 238 çekirdeğine bir nötron eklenmesiyle oluşan plütonyum 239'u da yakıt olarak kullanabilen FBR sistemi en çok Fransa ve SSCB'nde denenmektedir. Fransa'da Phenix nükleer enerji santralı 1973 yılından beri deneysel ölçülerde elektrik enerjisi üretmektedir. Şimdi tek tek önemli nükleer reaktör tiplerini inceleyelim.

5. Basınçlı Su Reaktörü (PWR)

Tablo 1'de görüldüğü gibi bir basınçlı su reaktörü içerisindeki uranyum 235 miktarı yüzde 3 dolayına yükseltilmiş uranyum oksit yakıtı kullanmaktadır. Yakıt özel bir zirkonyum alaşımından (Zircaloy 2 veya Zircaloy 4) yapılan ve daha önce anlatılan bütün özellikleri sağlayan çok ince bir yakıt koruyucusuna yerleştirilir. Zenginleştirilmiş yakıt soğutucu ve nötron yavaşlatıcı görevlerini üstlenen hafif suyun nötron tutması yüzünden gerekir. Zincirlene fizyon olayı

için istenilen nötronların bir kısmı çekirdeğinde nötron bulunmayan hafif suda kalır. Bir basınçlı su reaktörü yaklaşık 150 atmosfer basınç altında çalışır. Yüksek basınç reaktörün içindeki suyu kaynamadan istenilen sıcaklıkta (örneğin 318°C) tutmaya yarar. Sıcak su yine basınç altında kazana gönderilir. Şekil 3. Burada iyi birer iletken ve korozyona dayanıklı monel veya inkonel gibi nikel alaşımlarından yapılan tüpler kullanılır. TÜplerin içerisinden reaktörden gelen sıcak su (soğutucu) akarken, çevresinden de daha düşük bir basınç altındaki buhara dönüştürülecek hafif su geçirilir. Elde edilen buhar türbinleri çevirir, suya dönüsür ve yeniden kazana gönderilir. Sıcaklığını kazanda yitiren soğutucu ise yeniden reaktörün içinde (kalbine) pompalanır ve gerekirse basıncı arttırılır. Şekil 3'te görüldüğü gibi basınçlı su reaktörünün kalbi büyük bir kuvvet (basınç) küresinin içerisinde saklanır. Yumuşak çelikten yapılan ve parçaları çok büyük bir özenle kaynakla birleştirilen kuvvet küresinin kalınlığı 0.2l, çapı 3.5,yüksekliği de 4.0 metreye yaklaşmaktadır. Genelde radyoaktivite sızıntısını önlemek için kuvvet küresi, kazan ve aralarındaki borular en az iki metre kalınlığında beton bir koruyucu ile çevrelenirler.

Basınçlı su reaktörünün olumsuz bir yanı yakıt değiştirme işlemi sırasında nükleer reaktörün durdurulmasının gerekmesidir. Bu durum nükleer reaktörün kapasite faktörünün düşmesine neden olur. Kapasite faktörü gerçekte üretilen ile nükleer reaktörün tam randımanlı çalışması durumlarındaki elektrik enerjilerini karşılaştırır. Hafif su reaktörlerinde (PWR ve BWR) kapasite faktörünün yüzde 60 dolayında bulunduğu bilinmektedir. ABD'de Three Mile Adası kazasından sonra kurulan kazayı inceleme komisyonunun bulguları Bilim ve Teknik dergisinin Ağustos 1986 sayısında görülebilir. 1970'li yıllarda basınçlı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

su reaktörlerinin İngiltere'de de kurulmasını öngörün hükümet kararlarını Sir Alan Cottrell gibi malzeme bilincileri şu nedenlerle eleştiriyorlardı:

a) Kaynakla birleştirilen her metalde pürüzler, küçük çatlaklar ve yapı değişiklikleri kaçılınamaz.

b) Nükleer reaktör çalışırken uygulanacak tahribatsız muayene testleri bir çatlak belirlerse yanlızca kırılma mekaniği hesapları ile çatlağın kritik boyutlara (yaklaşık 7-8cm) ulaşacağı koşullar ve zaman tahmin edilebilir. Yapılan hesaplar ise çelik kuvvet küresinin homojen bir mikroyapıda (tamamıyla ferritli) olduğunu varsaymaktadır.

c) Yüksek basınçlı, sıcak ve radyasyonlu suda çalışabilecek robotlar geliştirilmedikçe nükleer reaktörü durdurmadan tamiratı yapılamaz.

6. Kaynar Su Reaktörü (BWR)

Yaygınlığı nedeniyle üzerinde en fazla tartışılan basınçlı su reaktörü olmuştur, ama kaynar su reaktörü de buna benzer ve tasarımı daha basittir. Hafif su ve buhar karışımı nötron kaybını bir ölçüde azalttığından basınçlı su reaktörüne göre daha az zenginleştirilmiş, uranyum 235 miktarı yüzde 2.2 oranına yükseltilmiş yakıt kullanır (Tablo 1). Yakıt gene Zircaloy 2 veya Zircaloy 4'ten yapılan çok ince bir yakıt koruyucusuna yerleştirilir. Kaynamasına bir ölçüde izin verildiğinden soğutucu ve nötron yavaşlatıcılığının yanı sıra hafif su aynı zamanda buharlaştırılır ve türbinler bu buharla çevrilir. Böylece ayrıca bir kazan gerekmez, nükleer reaktör kazan görevi de

görür. Türbinleri döndürdükten sonra yoğunlaşıp suya dönüşen buhar yeniden reaktörün kalbine pompalanır. Sıcaklığı, su ve buhar karışımlarını istenilen seviyelerde tutabilmek için 68 atmosfer dolayında basınç uygulanır. Basıncın düşük olması kuvvet küresinin ince olmasına izin verir (0.60 metre) ve ortalama çapı 5.0 metreye yüksekliği de 4.0 metreye yaklaşır. Radyoaktivite sızıntısını önlemek üzere kuvvet küresi burada da kalın bir beton duvarla kaplanmıştır. Basınçlı su reaktörüne göre daha az zenginleştirilmiş yakıt istemesi yanında kazan ve ikinci bir su devresine gerek duyulmadığından kaynar su reaktörü ve enerji santralı kuruluş aşamasında daha ekonomik görülebilir. Ancak hizmete girdikten sonra çok daha sıkı bir radyoaktivite kontrolü gerektirmesi, buharın reaktör içinde korozyonu arttırması ve yakıt değiştirme işleminin daha karmaşık olması gibi zayıf yanları da bulunur. Yukarıda belirtildiği gibi kapasite faktörü de yüzde 60 dolayında seyreder.

7. Candu Nükleer Reaktörü

Hidrojen (H) atomunda birer proton ve elektron bulunur. Döteryum (D) atomunun çekirdeğinde ise protonla birlikte bir de nötron vardır. Her iki atomda oksijen atomuyla birleşerek su (H_2O veya D_2O) oluşturduklarında ağır su (D_2O) nötrona doymuş bir durumdadır. Zincirleme fizyon olayının sürekliliğini sağlayan nötronlar ağır suda tutulmazlar. Böylelikle soğutucu ve nötron yavaşlatıcı olarak ağır su kullanan Candu sisteminde büyük bir nötron ekonomisi sağlandığından içerisinde ancak yüzde 0.7 uranyum 235 bulunduran doğal uranyum oksit yakılabilir, (Tablo 1). Yakıt zenginleştirme işlemine gerek duyulmaz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yakıt hafif su reaktörlerinde olduğu gibi Zircaloy 2 veya Zircaloy 4 alaşımlarından birisinden yapılan ve çok ince bir (0.38mm) yakıt muhafazasında korunur. Bunlarda içerisinden ağır su soğutucu akan bir kuvvet tüpüne yerleştirilir. Nötron kaybını en aza indirmek için her birisi 6.0 metre uzunluğunda, 10.3 çapında ve 41.0 mm kalınlığındaki kuvvet tüpleri de özel bir zirkonyum alaşımından (yüzde 2.5 Nb bulunur) yapılır. Birçok kuvvet borusu 7.6 metre çapında ve 7.6 metre yüksekliğindeki paslanmaz çelikten yapılmış büyük bir silindirin (Calendria) içerisinde yere paralel uzanırlar. Kuvvet borularının araları nötron yavaşlatıcı ağır su ile doludur, Şekil 4. Basınçlı su reaktöründeki gibi soğutucunun (burada D_2O) kaynamasına izin verilmez ve bunun için 85 atmosferlik basınç gerekir. 293°C sıcaklıktaki soğutucu kazana gönderilir. Burada monel veya inconel tüplerde ısısını hafif suya ileterek onu buharlaştırır ve ısı almak üzere yeniden nükleer reaktörün kalbine pompalanır. Türbinleri çeviren buhar ise suya dönüşerek kazana geri döner.

Zincirleme fizyon olayının her bir kuvvet tüpünde diğerlerinden bağımsız bir şekilde oluşması Candu sistemini hafif su reaktörlerine göre daha kullanışlı bir duruma getirir. Yakıt değiştirme işleni için hafif su reaktörlerindeki gibi nükleer reaktören tamamını durdurmak gerekmez. Şekil 4'te sergilendiği gibi yalnızca yakıtı değiştirilecek kuvvet tüpü devreden çıkartılır. Kuvvet tüplerinden birisi çatladığında veya kazaya uğradığında da yalnızca o tüpteki fizyon olayı durdurularak tüp yenilenir. Bütün bu işlemler bir günde tamamlanır. Böylelikle bir Candu nükleer enerji santralında kapasite faktörü yüzde 80'nin üzerine çıkar.

Ağır su ve yakıt masrafları göz önüne alınmadığında hafif su

ve Candu nükleer enerji santrallarının birbirlerine yakın harcamalarla kuruldukları tahmin edilmektedir. Bütün reaktör ağır su ile doldurulduğundan Candu sistemi başlangıçta daha pahalı görünse bile otuz yıllık bir nükleer reaktör ömrü düşünüldüğünde yakıtının ucuzluğu ve verimliliği nedeniyle hafif su reaktörlerinden daha ekonomik olacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

8. Fast Breeder Reaktörü (FBR)

Doğal uranyum veya uranyum oksit cevherlerinde en fazla, yüzde 99 oranında uranyum 238 bulunur. Nötron bombardımanı sonucu bu izotop plutonyum 239'a dönüşebilir. Bu da yakıt olarak zincirleme fizyon olayı yaratabileceğinden aretilecek elektrik enerjisine katkıda bulunur ve sonuçta uranyum kaynakları 100 kat daha verimli kullanılmış olur. Bunu mümkün kılan Fast Breeder Reaktöründe başlangıçta yakıtta yüzde 75 oranında uranyum 238 bulunur ve plütonyum 239(veya uranyum 235) ile sıkıca çevrelenir. Yakıt muhafazası paslanmaz çelikten yapılır. Uranyum 238'in plütonyum 239'a dönüşmesinde yüksek enerjili (yavaşlatılmamış) nötronlar gerektiğinden bu sistemde nötron yavaşlacı istenmez. Zincirleme fizyon ısısı diğer sistemlerden daha yüksek olduğundan su yerine sıvı sodyum soğutucusu kullanılır. Kaynama noktası 990°C olduğundan sıvı sodyumu basınç altında bulundurmak gerekmez. Soğutucu nükleer reaktörün kalbini 560°C dolayında terk eder, yüksek sıcaklık verimliliği (üretilecek buhar miktarını) arttırır. Sıvı sodyumun nötron tutarak radyoaktif soydum 24'e dönüşmesi olasılığına karşı soğutucunun ısısı önce ikinci bir sodyum devresine oradan da kazana iletilir ve türbinleri çevirecek hafif su buharlaştırılır. Nükleer reaktörün kalbi ve soğutucu taşıyan

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

birinci sodyum devresi paslanmaz çelikten yapılan büyük bir silindirde ve daha dışarıda da kalın beton bir duvarla korunurlar.

9.Gelecekte Nükleer Enerji Santralları

Çesitli teknik ve sosyal sorunlarına rağmen günümüzün basınçlı su, kaynar su ve Candu nükleer reaktörlerinin en azından 2000 yıllarının başlarına kadar elektrik enerjisi ve meydana gelen kazalar gerçekte fazla deneyimi bulunmayan bu teknolojinin gelişmesine, daha güvenilir olmasına yardımcı olmuştur. Yakıt sorununa çözüm getiren Fast Breeder Reaktör'ü ise henüz gelişme aşamasındadır ve günümüz teknolojisini zorlayan büyük mühendislik sorunları vardır.

Bugün elektrik enerjisi üreten bütün ülkeler reaktörler gerçekte ürettikleri plütonyüm 239'un bir bölümünü yakarlar. Candu sisteminde üretilen elektrik enerjisinin yarısına yakınının reaktörde oluşan plütonyum 239'un parçalanması ile elde edildiği bilinmektedir. Bu nedenle Kanada'da Fast Breeder Reaktörü fazlaca ilgi çekmemiştir (6). Ama ülkemizi de ilgilendiren bir özelliği Candu sisteminin toryum veya toryum oksiti de yakıt olarak kullanabilmesidir. Uranyum 238'in çekirdeğine bir nötron ekleyerek plütonyum 239'a dönüsmesine benzer bir şekilde toryum 232'de fazladan bir nötron kazanırsa uranyum 233'e dönüşür. Uranyum 233'de zincirleme fizyon olayında kullanılabilecek bir yakıttır. Gerçekte uranyum, plütonyum ve toryum oksit karışımı yakıtlar nötron ekonomisinin çok yüksek olduğu Candu nükleer reaktöründe başarıyla denenmiştir. Toryum 232 ağırlıklı yakıtların bugün Kanada'da fazla rağbet görmemesininin nedeni bu ülkeninin zengin uranyum rezervlerine sahip bulunması

ve uranyumlu yakıtların daha ekonomik gelmesidir. Uranyum olmasa bile ülkemiz toryum rezervleri yönünden bir hayli zengin durumdadır. Kuşkusuz seçilecek nükleer enerji santralı tipinde bu gerçekte gündeme gelmektedir.

KAYNAKLAR

1- M.A.Savaş, "Fuel Elements Cladding in the Candu Nuclear Reactor", Comprehensive Major Topic, Queen's University, Canada, 1983.

2- O.K.Kadiroğlu et. al., "Nuclear Energy and Alternatives", Ballinger Pub. Comp., Massachusetts, USA, 1977.

3- G.Foley, "The Energy Question", Pelican Books, Reading, England, 1981.

4- W.C.Patterson, "Nuclear Power", Pelican Books, Reading, England, 1980.

5- Y.A.L. Robertson, "Zirconium: An International Nuclear Material", Y.Nuclear Materials 100, 108, 1981.

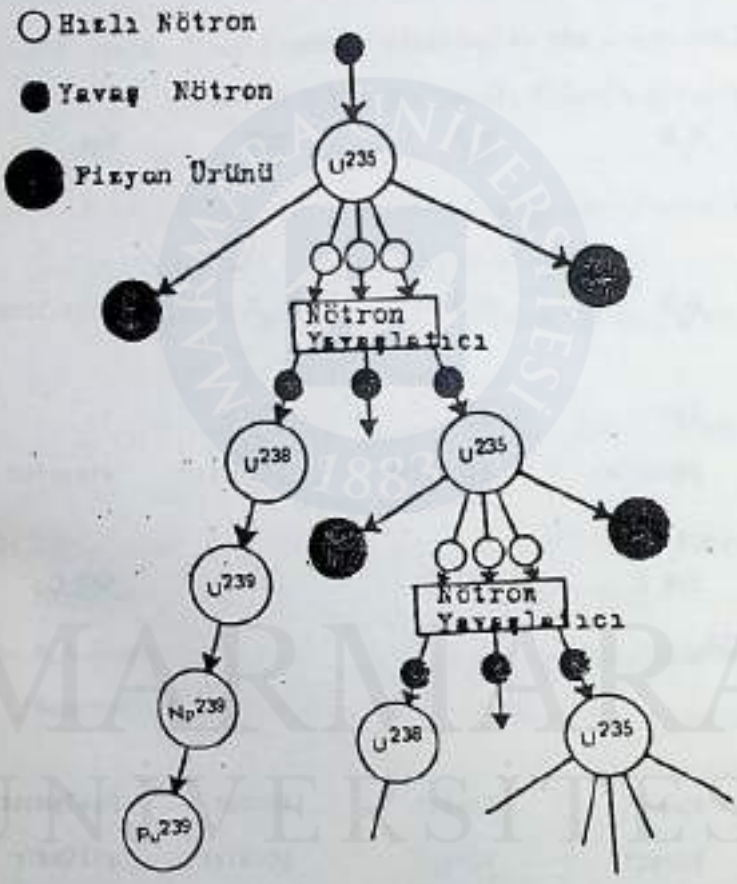
6- M.A.Savaş and L.Clapham, "Materials for the Candu Nuclear Reactor", Matter Trends, 1(1),3, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

	PWR	BWR	CANDU	FBR
Yakıt	% 3 Uranyum 235	%2.2 Uranyum 235	Doğal Uranyum Oksit	%75 Uranyum 238
Yakıt Koruyucusu	Zircaloy	Zircaloy	Zircaloy	Paslanmaz çelik
Nötron Yavaşlatıcı	H_2O	H_2O	D_2O	Yok
Soğutucu	H_2O	H_2O	D_2O	Sıvı Sodyum
Soğutucu Basıncı	150 atmosfer	68 atmosfer	85 atmosfer	1 atmosfer
Soğutucu Reaktör Çıkış Sıcaklığı	318 C	285 C	293 C	562 C
Tasarım	Kuvvet Küresi	Kuvvet Küresi	Kuvvet Boruları	Paslanmaz çelik silindir
Yakıt Değiştirme İşlemi	Reaktör Dururken	Reaktör Dururken	Reaktör Çalışırken	Reaktör Dururken

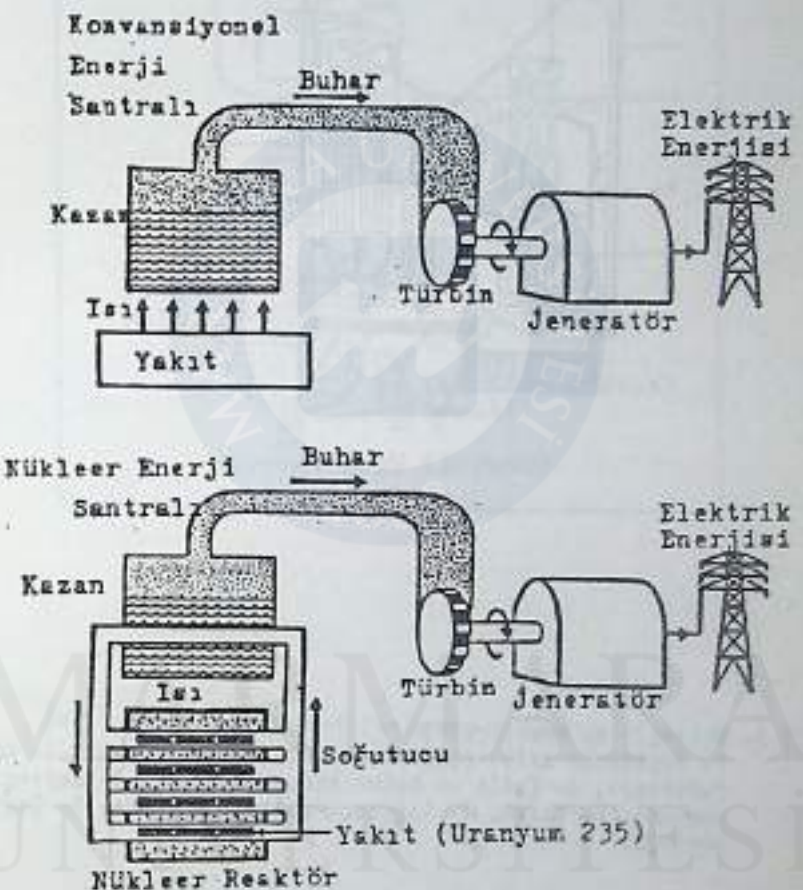
Tablo 1- Günümüzde yeryüzünde en yaygın ve yakın gelecekte de kullanılacak nükleer reaktörlerin bazı temel özellikleri. Bunlardan PWR ve Candu sistemleri sematik olarak Şekil 3 ve 4'te gösterilmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



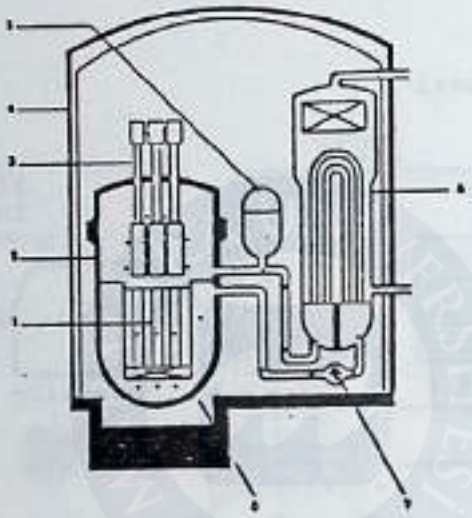
Şekil 1- Zincirleme fizyon olayı ve nötron yavaşlatıcının işlevi (3).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



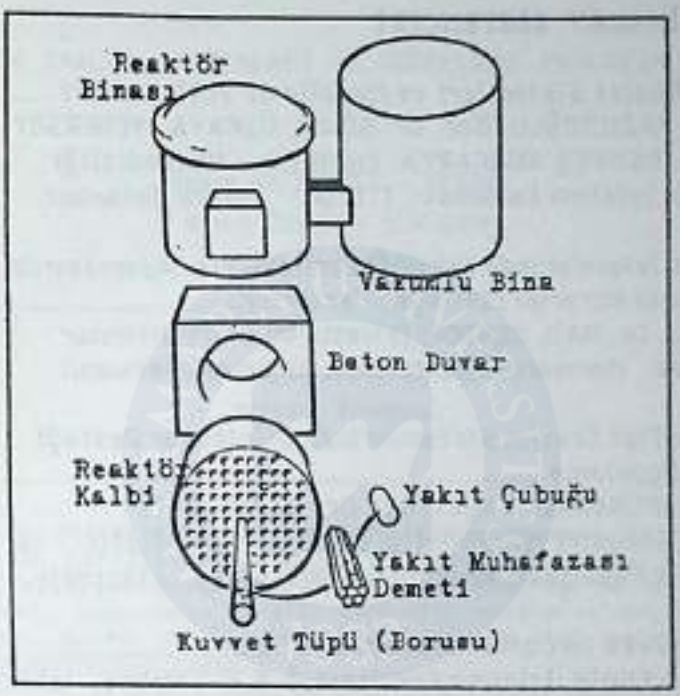
Şekil 2- Konvansiyonel ve nükleer enerji santralleri. Yakıt olarak birincisinde kömür, petrol veya doğal gaz ikincisinde ise uranyum 235 kullanılır (1,3).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 3- Basınçlı su reaktörü(4).
1- Reaktörün kalbi (çekirdeği), 2- Kuvvet küresi, 3- Kontrol çubukları, 4- Çelik ve beton koruyucu duvar, 5- Basınç pompası, 6- Kazan, 7- Soğutucu dolaşım pompası, 8- Sızıntı boşluğu.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 4- Candu reaktörü (enlemesine kesit)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VIII. ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ

VIII. I. *Esnek İmalat Sistemleri ve Modelleme Yaklaşımları* VIII-1
GAMZE YAZICIOĞLU, Doç. Dr. GÖNÜL ÖZKAYA YENERSOY, Ar. Grv. MEHVEŞ ANAFARTA, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VIII. II. *İmalat İşlemlerinde Esnek Üretime Geçiş Aşamasında Yönetimin Kararını Etkileyen Faktörler* VIII-12
Yrd. Doç. Dr. NAİL BERZEK, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

VIII. III. *Hücre Tipi Üretim Sistemlerinde Bilgisayar Desteği ve Bir Uygulama* VIII-22
Ar. Grv. MÜŞERREF TAŞCI, Öğr. Grv. CEMALETTİN TAŞCI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

VIII. IV. *Yapay Zeka ve Uzman Sistemler* VIII-31
BURÇ ÜLENGİN, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

VIII. V. *Esnek İmalat Sistemlerinde Yükleme Problemi* VIII-47
Yrd. Doç. Dr. BÜLENT DURMUŞOĞLU, End. Müh. HÜROL HEKİMBAŞI, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

VIII. VI. *Esnek İmalat Sistemlerinde Gruplama Yöntem ve Teknikleri* VIII-63
Öğr. Grv. HASAN APAYDIN, Makine Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Haydarpaşa, İstanbul, Yrd. Doç. Dr. NÜKHET YETİŞ, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

VIII. VII. *Kutup Atama Yöntemiyle Robot Kolu Kontrolu* VIII-83
Yrd. Doç. Dr. MAHMUT ÜN, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ VE MODELLEME YAKLAŞIMLARI

Gamze YAZICIOĞLU - KAYNAK
Gönül ÖZKAYA - YENERSOY
Mehveş Nur ANAFARTA

İ.T.Ü. İşletme Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Maçka - İstanbul

Esnek Üretim Sistemlerinin (EÜS) amacı otomasyon kavramını ve teknolojisini tek bir üretim sisteminde birleştirmektir. Bu sistemler, otomatik taşıma ve depolama sistemlerini, otomatik malzeme taşıma sistemlerini, robotları, nümerik kontrollu makina ve tertibatları, grup teknolojisini ve hiyerarşik bir düzende işleyen bilgisayar kontrol sistemlerini içerir.

Son yıllarda imalat teknolojisinde yeni ufuklar açan EÜS leri, üretim planlamacılara da yeni araştırma alanları açmakta , en azından bilinen bazı yöntem ve tekniklerin EÜS'nin değişik problemlerini çözme amacıyla kullanılması, ilginç araştırmaların ve uygulamaların yapılmasına neden olmaktadır.

Bu bildiride, önce EÜS'nin yapısal özellikleri tanıtılacak, problem alanları belirtilecek ve problemlerin çözümü amacıyla kullanılan yaklaşımlar ana hatlarıyla açıklanacaktır. Problemlerin çözümü amacıyla kullanılan modellerin analitik yapılarına,baskı amacıyla konulan sahife sınırı nedeniyle girilmesi mümkün olmamıştır. Bu konuya bildirinin sözlü sunulması sırasında daha çok yer verilmesi planlanmıştır.

1. GİRİŞ

Zorlaşan rekabet koşulları firmaları daha büyük hacimlerde üretim yapmaya, ürünlerde değişiklik yaratmaya, daha yüksek kaliteye, daha kısa zamanda ürün geliştirme ve dağıtım yapmaya yöneltmekte,

T.C.
Marmara Üniversitesi

ayrıca yüksek verimlilik ve geniş kapsamlı esneklik fikri büyük önem kazanmaktedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Endüstriyel gelişmeler, esnek personel kullanımı ve geniş üretim kapasitesi sayesinde hızlı sipariş üretiminin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ancak piyasanın güçlü talebini karşılayabilmek için, sadece üretilen parçaların değiştirilmesi ihtiyaca cevap vermemiştir. Bu nedenle, ürünün en iyi şekilde parçalarına ayrılması ve bunun da en ekonomik yoldan gerçekleştirilmesi gerekir. Bunu gerçekleştirmek için, parçaların üretiminde geniş çapta otomatize edilmiş ve esnek olan sistemler kullanılmaktadır. EÜS ile üretim süreci bir değişim içine girmekte ve bu sayede işbölümü azalırken görevlerin ve bölümlerin birleştirilmesi yoluna gidilmektedir.

2. ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Bir EÜS i, kısaca "İşleme, maliyet ve bilgi akışının esnek olarak otomatize edildiği ve değişik iş parçalarının, sistem içindeki değişik yollardan elle müdahale olmaksızın ilerlediği, yüklenip boşaltıldığı bir sistem" olarak tanımlanabilir.

Bir Esnek Üretim Sistemlerinin ana bileşenleri şunlardır :

(i) Makina Merkezleri :

Makina merkezleri, nümerik kontrollu tezgâh, takım ve makinaların bulunduğu iş istasyonlarıdır. Bu istasyonlarda, işleme, yükleme/boşaltma, montaj, yıkama, ışıl, işlem vb. gibi operasyonlar otomatik olarak gerçekleştirilir.

(ii) Malzeme Taşıma Sistemleri

Malzeme taşıma sistemleri bilgisayar kontrolu ile çalışan, konveyörler, krenler, küçük araba tipi taşıyıcılar ve otomatik yönetilen araçlardan oluşmaktedir.

(iii) Depolama Alanları

Bu alanlarda, hem hareket eden parçaları, hemde emniyet stoğu görevini yapan parçaları istasyonlar arasında taşıyan mekanizmalar bulunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(iv) Bilgisayar Kontrolu

Bütün esnek üretim sistemlerinde tüm sistemi yönlendirici, kontrol edici, işlemlerin sırasını belirleyici bir dijital bilgisayar vardır.

Bir EÜS de hem imalatı yapan makinalar hem de malzeme akışı ana bilgisayar tarafından kontrol edilmektedir. İmalatın yapıldığı merkezler otomatik yürüyen paletlerle bağlıdır. Prosesler arası beklemeler kalkmakta, değişik parçaların yapımı için kullanılan takımların ve özel düzeneklerin de otomatik olarak devreye girmesi sonucu hazırlık zamanları azalmaktadır.

Bu ana özellikleri taşıyan EÜS leriyle, özellikle küçük veya orta büyüklükte üretim hacimleriyle, çeşitli üretimin yapıldığı sistemlerde daha yüksek verimlilik oranlarına ulaşmak mümkündür. Çünkü, direkt ve endirekt işgücü masraflarında tasarruf, enventerlerde düşüş, hazırlık zamanlarında azalma EÜS lerinin en başta gelen sonuçlarıdır. Ayrıca ürün kalitesi ve çalışma ortamının gelişmesi de diğer önemli sonuçlerdır.

Bu sistemin başarısı, makina kullanımındaki maksimum fayda, doğru programlama ve beklemelerin en aza indirilmesine bağlıdır.

2.1 İmalat Hücreleri

Makina veya işlem merkezleri olarak tanımlanan iş istasyonları EÜS nin ana modülüdür. Basit bir sistemde bu merkerlerdeki makina sayısı bir adet olabilir. Daha gelişmiş olanlarında ise dört beş nümerik kontrollu tezgah, bu merkezdeki parça taşıma, monte, demonte gibi işlemleri yapan bir robot etrafında toplanmıştır. İmalat hücresi arı verilen bu yeni makina merkezi, üretimin grup teknolojisi ile organizasyonu ve programlanabilir otomatizasyon prensiplerinin bir araya getirilmesine olanak sağlamıştır.

Hücre içindeki imalatın en önemli özelliği, Üretim içinde akan değişik parçaların, tezgahların, tertibat taşıyan magazinleri, ve bunların otomatik değiştirilmesi sayesinde, işlenmesi ve hazırlık zamanlarının büyük oranlarda azalmasıdır.

2.2. Otomatik Depolama/Geri Taşıma Sistemleri (AS/RS)

Esnek üretim sistemlerinin amaçlarından birisi, işlenmek üzere bekleyen iş parçalarının sayısını azaltmaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için kullanılan bilgisayar kontrollu taşıma sistemleri, malzemenin iş istasyonuna tam işleneceği sırada gelmesini ve iş istasyonunda parçanın işlenmesi biter bitmez, alınıp uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Bu görevi yapan iki taşıma sisteminden birisi, Otomatik Depolama/Geri taşıma sistemi, diğeri ise yarı otomatik olarak kumanda edilen taşıma aracı sistemidir.

Tipik bir (AS/RS) sistemi, bir sıra halinde dizilmiş depolardan oluşur. Depoların arasında bilgisayar tarafından kontrol edilen, hareketli kreynler dolaşmaktadır. Bu kreynlerin görevi depolardan malzeme almak ve işlenenleri tekrar geri koymaktır.

2.3. Otomatik Olarak Yönlendirilen Araç Sistemleri (AGVS)

Bir AGVS sistemi, taşıma aracı, bir rehber yol kontrol ve yönlendirme için özel kumanda sistemlerinden oluşur. AGV'ler genellikle kurşun-asit bataryalarından güç alırlar. Bunun yanı sıra optik ve manyetik yol gösterici teknikler de kullanılmaktadır. Taşıyıcı araçlar yere monte edilmiş sabit bir yol üzerinde hareket ederler. Normal zemin ile bu yolu ayırmak için forforlu şeritler kullanılır. Araç özel yol üzerine kuvvetli bir ışık göndermekte ve böylece yolun ayırdedilmesine yardımcı olmaktadır.

Yol takibi manyetik olarak sağlanmakta, bu amaçla aracın geçtiği yola teller döşenmekte ve araç geçeceği zaman elektrik akımı verilmektedir. Böylece tellerin çevresinde bir manyetik alan oluşmakta ve araçların bu manyetik alanı algılayarak tam rotasında gitmesi sağlanmaktadır.

AGV'ler,

(i) Her biri tek tek yük taşıyan iletim aracı olarak,
(ii) Paletli taşıyıcı olarak veya durup yükü bırakabilen ve aynı anda iki yükü taşıyabilen taşıyıcılar olarak,

(iii) AS/RS depolama sistemi ve atölye kontrol sistemiyle bir arada kullanılabilir.

3. E.Ü.S. PROBLEMLERİNE BİR BAKIŞ

EÜS problemleri başlıca iki başlık altında toplanabilir.

(i) Sistemin tasarımı (Dizaynı) ile ilgili problemler
(ii) Sistemin çalıştırılması ile ilgili problemler.

Birici grup EÜS bileşenlerinin en uygun optimum şekilde seçilmesi, ikinci grup ise bu bileşenlerin optimum kullanılmasıyla ilgilidir.

3.1. Esnek Üretim Sistemlerinin Tasarı ile İlgili Problemler

Sistemin tasarımı sırasında ilk önce ele alınması gereken, parça ailelerinin seçilmesiyle ilgili organizasyon problemidir. Bu konuda grup teknolojisi, Esnek üretim sistemlerinin tasarımı için sağlam bir temel hazırlamış, çoğu sezgisel bir çok gruplama tekniği gelişirilmiştir.

Bu aşama : tasarımın en önemli adımlarından biridir. Çünkü makinemerkezlerinde esnek olarak işlenebilecek parça sayısı, tüm sistemin esnekliğini tanımlayan bir ölçü olmaktadır.

İkinci tasarım problemi EÜS ni oluşturacak makinaların seçimi ve makina gruplarının oluşturulmasıdır. Böylece üretim sisteminin ana elemanları tanımlanmış olur.

Makina grupları arasında çalışacak taşıma sisteminin, paletlerin ve tertibatın seçimi ise diğer önemli tasarım problemlerini oluşturur ve daha önceden kendine has bazı kontrol problemlerin çözülmesini gerektirir. Örneğin;

(1) Taşınacak ve depolanacak optimum hacimler
(2) Deponun konumu
(3) Depolama alanlarının fiziksel yapısı, gibi

AGV lerin tasarımında ise, bilgisayar ile ilgili koşullar, atölyenin yerleşim planı, üretim politikası ve ham madde temin politikası göz önüne alınmalıdır. Bu amaçla,

1- Yükleme, boşaltma, üretim hattının ilerlemesi ve AGV ile ilgili makina sistemlerinin hızları ile gerekli ortalama maksimum yük miktarları belirlenmelidir.

2- Araçlar tarafından taşınabilecek yüklerin minimum ve maksimum ağırlıkları belirlenmelidir.

3- AGV nin kullanılacağı atölyedeki rampalar, boş koridorlar, sütunlar gibi kısıtlara dikkat edilmelidir.

AyrıcaAGV lerin çalışmasıyla ilgili olarakta ;

1) AGV lerin işleyiş kuralları,
2) " " atölyedeki diğer sistemlere nasıl bağlanacağı,
3) Malzeme akışının neye göre belirleneceği ve ulaşacağı noktalar,
4) Öncelikler,
5) Koridorların nasıl kullanılacağı,
6) Koridorlardaki hareket yönü,
7) Araçların uğrak hoktaları ve bekleme noktaları,
8) Bekleme zamanları,
9) Kullanılacak minimum araç sayısı,
10) Araçların yolları ve gidiş geliş sayılarının,

belirlenmesi gerekir. Bu amaçlar, yapılan araştırmaların büyük bir kısmında genitli simülasyon teknikleri kullanılmaktadır.

Yukarıda sayılan sistemlerin uygun bir bilgisayar sistemiyle birleştirilmesi, sistemin entegrasyonu ve yerleştirilmesi EÜS tasarımının son adımını teşkil eder.

3.2. Esnek Üretim Sistemlerinin İşletilmesi ile İgili Problemler:

EÜS leri çok yüksek yatırım gerektiren sistemlerdir. Kısa dönemde bu yatırımı geri ödeyebilmek için, sistemin en verimli şekilde

çalıştırılması gerekir. Bu yüzden sistemin çalıştırılmasıyla ilgili olan problemler büyük önem taşımaktadır.

Sistemin çalıştırılmasıyla ilgili problem alanları da başlıca,

1) Planlama problemleri,
2) Gruplama "
3) Yükleme "
4) Çizelgeleme "

olarak başlıca dört grupta toplanabilir.

1) Planlama Problemleri :

EÜS de tahmin yapma işlevi üretim planlamadaki geleneksel önemini kaybetmektedir. Çünkü sistemin esnekliği ile talepdeki değişimi yakında izleyebilecek bir kontrol işlevi sağlanabilir. Ancak orta ve uzun dönemli planlamalar yine önemini korumaktadır. Yıllık ana üretim planları geleneksel seri üretim planlamasında olduğu Doğrusal programlama yöntemleriyle modellenebilir. Ancak kısıtlarda ve kriterlerde değişik tanımlar kullanılabilir.

2) Gruplama Problemi :

Sistemin tasarımı sırasında, imalat hücrelerinin oluşturulması ve tesisin yerleştirilmesi amacıyla yapılan gruplama, (üretilecek parça ailelerinin belirlenmesi), üretilen ürünlerin tasarım değişikliğine uğraması veya yeni ürünlerin üretim planına sokulması gibi nedenlerle yeniden yapılabilir.

Ayrıca yükleme probleminin boyutunun küçültülmesi amacıyla, üretim sistemindeki bazı bileşenlerin yeniden gruplandırılması gerekebilir. Böylece üretim kontrolu daha kolay hale getirilir.

3) Yükleme Problemi :

Esnek üretim hücrelerindeki işmelerin kısa süreli planlaması demek olan makina yükleme problemi karmaşık bir problemdir. Bu probleme iki aşamalı bir prosedür ile yaklaşılabilir.

(i) Sıralama,
(ii) Makina yükleme,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Sıralama problemi;

(i) Üretilecek parçaların sıralanması,
(ii) Paletlerin ve aletlerin sıralanması,
(iii) Tertibatın sıralanması,
(iv) Malzeme taşıma sistemlerinin sıralanması,
(v) Robot işlemlerinin sıralanması

gibi problemleri içerir. Bu problemlerin çözümü ile makinaların yüklenmesini sağlayacak olan çizelgelemeye geçilebilir.

4) Çizelgeleme Problemi :

Bu problem EÜS nin etkin çalışmasını etkileyecek çok önemli ve geniş kapsamlı bir problemdir. Çizelgeleme teorisi bu alanda kullanılabilecek faydalı model ve tekniklere sahiptir. Bu model ve teknikleri, EÜS nin hem merkezi, hem de makina merkezlerini ve taşıma sistemlerini kontrol eden bilgisayarlarda programlayarak kullanılmak mümkündür.

Bu problem geniş kapsamlı kombinatoriyel analizlerin yapılmasını, çizelgeleme tekniklerinin kullanılmasını ve geliştirilmesini zorunlu hale getirmekte, dolayısıyla araştırmacılarak yeni çalışma alanları vaadetmektedir.

4. ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNDE SİMÜLASYON UYGULAMALARI

Esnek üretim sistemlerinin hem dizayn safhasında ve hem de işlemesi sırasında kesikli simülasyon çok faydalı bir araç olarak kullanılmaktadır. Dizayn alternatiflerinin değerlendirilmesi, bilgisayar programlarının bileşenlerinin seçilmesi ve bunların yerleştirilmesi ve sistemin kontrol stratejilerinin test edilmesinde kesikli simülasyon yöntemi kullanılmaktadır. Simülasyon, aynı zamanda parçaların karışımında veya parça dizaynında yapılacak değişimlerin ne tür sonuçlar doğuracağına ilişkin bilgileri sağlayarak, değişik

üretim senaryolarını ve sistemin işleyişine ait değişiklikleri değerlendirerek E�ÜS uygulayıcısına destek olur. Örneğin McMaster Üniversitesinde geliştirilen bir EÜS Simülasyonu, Esnek Üretim Sistemlerinin dizaynı, programlanması ve kontrolunda etkili olan bazı parametrelerin test edilmesinde kesikli simülasyon yönteminin ne derece kullanışlı olduğunu ispatlamıştır. Simülasyonun sonucunda, sistemin üretim kapasitesi, değişik bileşenlerin kullanımı ve sistemin performansını dizayn parametrelerindeki değişimlere karşı duyarlılığı tahmin edilebilmiştir.

Bu simülasyon programı aynı zamanda belirli sistem kontrol stratejilerinin test edilmesinde, sistemdeki kritik elemanların belirlenmesinde, sistem topolojisinin seçiminde ve malzeme taşıma sisteminin yönlendirilmesi konularında da kullanılabilmektedir. Bu modeli başka bir özelliği de kompüter sayesinde EÜS operasyonlarının bilgisayar ekranı üzerinde takip edilmesini sağlayabilmesidir. Böylece sistemin çalışma şartları görsel bir kontrole tabi tutulabilmektedir.

Simülasyon programı sayesinde sistemin o andaki çalışması etkilenmeden gelecekte yapılacak değişimlerin sonuçları test edilebilmekte ve böylece Esnek Üretim Sistemlerinin dizaynı ve operasyonu konusundaki genel trend belirlenebilmektedir.

5. ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNİN ÇALIŞMASI İLE İLGİLİ DİĞER MODELLER

Esnek Üretim Sistemlerinin üretim kapasitelerini belirleyebilmek için çeşitli analitik modeller geliştirilmiştir. Bu modeller dengeli iş yükü talebini işlerin takip ettikleri yolların değiştirilmesiyle sağlanacak faydaları, sistemin ortak bir stok alt sistemi olmasının üstünlüklerini göstermektedir. Modeller daha geliştirilerek güvenilirliği az olan makinalar için malzeme taşıma sırasında meydanagelebilecek gecikmelere de izin verilmektedir. Üretim kapasite modelleri, aynı zamand belirli iş geliş hızları ve makina kullanım kısıtları altında sistemde işlenebilecek iş sayısının ortalamasını veren tahminleri yapabilmek üzere geliştirilmektedir.

Esnek Üretim Sistemlerinin bu amaçla modellenmesi sonucu bu sistemlerin performansının ürün yerleşimine bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun için sistemin bazı özellikleri basitleştirilerek kuyruk modellerinin kullanımı sonucu analitik çözümler elde edilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu modellerde sistem performansının en basit ölçüsü çeşitli alternatiflerin üretim kapasitelerinin kıyaslanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Modeller kurulurken sistemler, ortak bir depoyu kullananlar ve sistem içinde birçok bölgesel depoya sahip olanlar şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Modellerden elde edilen sonuçlar incelenecek olursa üç ana konu ortaya çıkmaktadır:

(1) İş Yükü Dengesinin Önemi : Dengeyi sağlamanın en kolay yolu makinelere işleri atarken belirli bir esneklik payının bırakılması veya tüm makinaların değişik operasyonlar yapabilme imkânına sahip olmasıdır.

(2) İşlerin Takip Ettikleri Sıranın Değiştirilebilmesinin Önemi : Esnek Üretim Sistemlerinin en verimli şekilde çalışabilmesi için bazı işlerin sıralarının değiştirilebilmesi gerekir. Bu tip işler var ise, üretim öncesi planlama sırasında işlerin sırasını sabitleştirmemek gerekir. Sıralamadaki bu esneklik değişik yolların takip edilebilmesi için olanak sağlar.

(3) Ortak Bir Depo Kullanmanın Bölgesel Depolar Kullanmaya Üstünlüğü: Modellerin uygulanmasının sonucunda görülmüştür ki, ortak bir deponun kullanımı sistem için bir üstünlüktür. Bölgesel depolar, ancak bu depolara işlerin giriş ve çıkışları sırasında bloke olmalarını önleyecek bir kontrol sistemi geliştirildiğinde tavsiye edilebilir. Ortak bir depodangiriş ve çıkışlar kompüter tarafından kontrol edilmektedir. Böyle ortak bir depo kullanmanın tek dezanvantajı işlerin depodan makinalara taşınması sırasında doğabilecek geçikmelerdir.

Bu modeller daha geliştirilerek, değişik durumlarda sistemin çalışmasının ne şekilde etkileneceği incelenmiştir. Bu değişikliklerden biri malzeme taşıma sistemlerinde geçikmelere izin verilmesidir. Bu durumda biten iş yerel depolara taşınarak taşıma sistemi

beklenmez, gecikme bertaraf edilir ve derhal bir sonraki işe geçilir. Modelin bir diğer uygulamasında da stok seviyeleri ve bekleme zamanları belirlenmiştir. Daha sonra bu değerler de üretim kapasitesi gibi sistem performansının bir ölçüsü olarak kullanılmıştır. Modellerde son olarak makinaların bozulmasının etkileri incelenmiştir. Bu durumda transfer hatları geliştirilerek bozuk makinede işlenecek işler bir tarafa ayrılarak hatta sadece diğer işler alınmış ve işlenmiş, bu arada bozuk makina tamir edilmiş ve gecikmeler minimuma indirilmiştir. Bu yeni sıralamanın yapılmasında bir markov modeli kullanılmıştır.

Sonuç olarak şunu söylemek mümkündür. EÜS leri doğrusal programlamanın her çeşit uygulamasından, markov süreçlerine kadar tüm yöneylem araştırması tekniklerinin planlama, dizayn ve kotrol problemlerinin çözümü için kullanıldığı ve yeni uygulamalar için ilginç problem alanlarına sahip olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

İMALAT İŞLETMELERİNDE ESNEK ÜRETİME GEÇİŞ AŞAMASINDA YÖNETİMİN KARARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yrd. Doç. Dr. M. Nail BERZEK

Esnek üretim sistemi, fabrikalarda bir malın üretiminden bir başka malın üretimine ve tekrar aynı malın üretimine veya üretilmekte olan malın tasarımının değiştirilmesine olanak tanıyan bir üretim sistemidir.Bu sistem, endüstriyel robotlar ve bilgisayarlar ile yürütülen çağımız teknolojisinin ürünü olan yeni bir üretim sistemidir.

Endüstriyel Robot; "İnsan müdahelesi olmaksızın birbirini takip eden karışık hareketleri yapabilecek esnekliğe ve yeteneğe sahip olan,belirli bir düzeye kadar kendi kendine karar verebilen ve oldukça yüksek düzeyde suni zekaya sahip olan mekanik bir cihazdır." Günümüz Endüstriyel Robotlarının genel özelliklerini şöylece sıralıyabiliriz:

a) Belirli işleri yapabilecek şekilde programlanabilmeleri,
b) Programlarında değişiklikler yapılabilinmesi ve yeniden programlanabilinmeleri,
c) Çok işlevli olmaları,
d) Kendi kendilerine faaliyette bulunabilmeleri,
e) Birbirlerinden farklı çok sayıda ve hassas işleri yapabilmeleri,
f) Suni zekaya sahip olmaları,
g) Algılama hassalarına sahip olmaları,
h) Belirli bir düzeye kadar bağımsız olarak karar verebilmeleri.

Endüstriyel Robotların özellikleri arasında yer alan "Suni Zeka" çağımızın ikinci yarısında gerçekleştirilen yeni bir teknolojidir.Zeka, bilme ve netice çıkarma veya anlama melekesidir.Bilmek, bilgileri akılda tutmaktır.Netice çıkarmak ise , bilgilere dayanarak belirli sonuçlara ulaşmaktır.Anlamak ise, herhangi bir olayın izahını veya nedenini veya özelliğini ve önemini anlamaktır.Suni zeka, insan olmayan bir kara kutunun bilmek, sonuç çıkarmak ve anlamak hassaslarına sahip olmasıdır. Endüstriyel robotlar kendi suni zekaları ile bağımsız olarak faaliyette bulunarak, daha önce insanlar tarafından gerçekleştirilen işleri gerçekleştirirler.Suni zekaları minibilgisayarlar şeklinde üzerlerine monte edilen cihazlardan kaynaklanır.Robotların zeka kaynağını teşkil eden mikrobilgisayarları robotların beyni olarak mütalaa edebiliriz.Mikrobilgisayarların geliştirilmeleri de özel yetenekler ve maliyetler ile sınırlı olmayıp, tamamen hayal gücü ile sınırlıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Gelecek dönemlerde anlıyabilen , plan yapabilen', sonuçlara ulaşabilen ve faaliyetleri sevk ve idare edebilen robotlar da geliştirileceklerdir.

Bu robotlar minibilgisayarları sayesinde sahip oldukları suni zekaları aracılığı ile hayal güçleri olan , yaratıcılık işlevine sahip olan ve sezgileri olan cihazlar olacaklardır. Yüzyılımızın sonuna doğru geniş bilgilere sahip , bilgileri kendi içerisinde sınıflandırabilen ve özümliyebilen , kendi kendilerine öğrenebilen robotlar geliştirileceklerdir.Yönetim işlevini yerine getirebilecek olan bu tür robotlar planlama faaliyetini şöylece gerçekleştirebileceklerdir : Planlama , karmaşık ve herbiri bir diğeri ile ilişki içerisinde bulunan unsurları değerlendirip karar vermektir. Karar verilirken dikkate alınması gereken unsurlar ;

a) Kanunlar ve Yönetmelikler ,
b) Sektörün geçmiş dönemlerdeki ve halihazırdaki yapısı ,
c) Rakiplerin ve müşterilerin durumları ve eğilimleri ,
d) Demografik ve ekonomik gelişmeler ,
e) Politik yapı ,
f) Teknolojik yapı ,
g) İşletmenin içerisinde bulunduğu durum ve yapısı , v.s.

Bu unsurlara ait bilgilerin hepsi bir bilgisayar tarafından güncel olarak elde edilip , muhafaza edilebilinir. Bunun içinde robotların görme yetenekleri kanalı ile günlük , haftalık , aylık yayınları , özel raporları veya ekranlara yansıyan bilgileri okuyup kendi bilgisayarlarına, yani beyinlerine kaydetmeleri yeterli olucaktır.

Bu bilgileri hafızasına kaydeden bir robot , işletme faaliyetleri ile ilgili kararları üç aşamada alabilir. Birinci aşamada işletmenin halihazırdaki durumunu anlar. İkinci aşamada işletmenin , rakiplerin , müşterilerin ve çevrenin zaman içerisinde gösterdikleri değişiklikleri anlar. Üçüncü aşamada da işletmenin güçlü ve zayıf yönlerini dikkate alarak , gelecek dönemlerde işletme faaliyetlerinin hangi yönde geliştirilmesi gerektiğini belirler.Faaliyet planlamasından bir sonraki aşama ise , bilgisayarlar tarafından idare edilen fabrika aşaması olacaktır. Esasen endüstriyel robotlar C.A.D. 'nin (Computer Aided Design) ikinci aşamasını teşkil etmektedirler.

C.A.D. 'nin aşamaları ise ;

a) sayısal kontrollü makineler ,
b) endüstriyel robotlar ,
c) faaliyet planlaması ve
d) fabrika yönetimi olmak üzere dört tanedir .

Dördüncü aşama , ana robotun sahip olduğu bilgisayarın veya sadece bir bilgisayarın bağımsız olarak yapacağı analizler sonucunda karar vermesi ve bu karara bağlı olarak fabrikada mevcut olan endüstriyel robotlara onların bilgisayarları aracılığı ile talimatları ulaştırarak fabrikayı yönetmek olacaktır.

Yukarıda endüstriyel robotlar ve suni zeka ile ilgili açıklamaların ışığı altında esnek üretim sistemi şu şekilde işleyecektir : Fabrikada bulunan ana bilgisayar "x" malını üretmek için programlanmış ve fabrikada bulunan endüstriyel robotlarada "x" malını üretmek için yapmaları gereken işleri bildirmektedir. Böylece "x" malı üretilmektedir. Eğer "x" malı yerine "y" malı üretilmek istenirse , ana bilgisayar "y" malı üretimi için yeniden programlanır ve böylece ana bilgisayar fabrikadeki endüstriyel robotlara "y" malının üretimi için yapılması gereken işler hususunda talimatlar vermeye başlar. Böylece "y" malı üretimine geçilmiş olunur.

Esnek üretim sistemi imalat işletmelerine önemli yararlar sağlıyacaktır. Bu üretim sistemine geçme olgusunun kararı ile karşı karşıya kalacak olan imalat işletmelerinin yönetim kademeleri , aşağıdaki faktörlerin etkisi ile kararlarını vereceklerdir. Bu faktörler :

a) Teknolojik
b) Finansal
c) Üretim - Pazarlama
d) Endüstriyel İlişkiler
e) Eğitim
f) İşsizlik
g) Bakım - Onarım
h) Yedek Parça
i) Rakip İşletmeler
j) Hükümet Politikası

a) <u>Teknolojik :</u>

Yönetimin esnek üretim sistemine geçerken teknolojik gelişmeleri son derece ayrıntılı olarak incelemesi gerekir. Bu inceleme özellikle esnek üretimin asli unsurlarını teşkil eden endüstriyel robotlar ve suni zeka üzerinde yoğunlaştırılmalıdır. Endüstriyel robotların dikkate alınması gereken teknolojik özellikleri şöyle sıralanabilir :

a) Endüstriyel robot' un hareket alanı ,

b) Endüstriyel robot' un taşıyabileceği yük miktarı ,

c) Endüstriyel robot' un hızı ,

d) Endüstriyel robot' un kontrol edilebilirlik düzeyi ,

e) Endüstriyel robot' un programlanabilir hafızasının kapasitesi ,

f) Endüstriyel robot' un sahip olduğu yetenek ve hünerler ,

g) Endüstriyel robot' un kendi kendisini kontrol edip edemediği,

h) Endüstriyel robot' un harcadığı enerjinin türü .

i) Endüstriyel robot' un algılama hassalarına sahip olup olmadığı ve sahip olma düzeyi .

Endüstriyel robotlar ile ilgili bu teknolojik özellikler incelendikten sonra , suni zeka' nın kapasitesi üzerinde incelemeler yoğunlaştırılmalıdır. Ayrıca sistem bünyesinde kullanılacak bilgisayarlar üzerinde de önemle durulmalıdır. Bu incelemelerin yeterince ve ayrıntılı olarak gerçekleşmemesi halinde esnek üretime geçiş yönünde verilecek kararlar sağlıksız sonuçlara yol açabilir.

b) Finansal :

Esnek üretim sistemine geçiş ile ilgili olarak verilecek kararda, bu sistemin sağlıyacağı mali kazançlar ve sistemin kurulması için yapılacak harcamalar incelenmelidir.

Esnek üretim sistemine geçmenin yol açacağı başlıca harcama kalemlerini şöylece sıralayabiliriz :

a) Endüstriyel robotların fiyatı ,

b) Endüstriyel robotların fabrikaya yerleştirilmeleri sırasında yapılacak harcamalar ,

c) Endüstriyel robot kullanımı sırasında gerekli olacak özel alet ve teçhizat ile ilgili harcamalar ,

d) Endüstriyel robotların fabrikaya yerleştirilmeleri nedeni ile üretimin durmasının sonucu olarak ortaya çıkacak olan maliyet ,

e) Bilgisayarların maliyeti ,

f) Esnek üretim sisteminde istihdam edilecek olan işgörenlerin tabi tutulacakları eğitim programlarının maliyeti ,

g) Sistemin yürümesi sırasında yapılacak bakım - onarım harcamaları ,

h) Esnek üretim sisteminde istihdam edilecek nitelikli işgücüne ödenecek ücretler ,

i) Bilgisayar programlarında yapılacak değişiklerin doğuracağı maliyetler ,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

j) Sigorta prim ödemeleri ,

k) Yatırılan sermayenin maliyeti ,

l) Enerji maliyeti.

Esnek üretim sisteminin doğuracağı mali kazançları ise şöyle sıralayabiliriz:

a) İşgücü maliyetlerinde sağlanacak tasarruflar (ayni ve nakdi ödemeler birlikte dikkate alınmalıdır) ,

b) Hammadde, yarı mamül madde ve malzeme kullanımında sağlanacak tasarruflar,

c) Üretim artıklarının azalması nedeni ile sağlanacak tasarruflar,

d)Kusurlu mal üretiminin azalması ve dolayısı ile kusurlu malları yeniden işleme tabi tutma maliyetlerinin azalması nedeni ile sağlanacak tasarruflar,

e) İşgörenlerin sağlıksız ve tehlikeli ortamlarda çalışmaları nedeni ile meydana gelen meslek hastalıklarının ve iş kazalarının yol açtığı harcamaların azalması ,

f) Fiziksel mekanda sağlanan tasarruflar nedeni ile fiziksel mekan için yapılan harcamaların azalması,

g) Enerji tüketiminde sağlanacak tasarruf,

h) Kalite kontrol faaliyetleri ile ilgili harcamalarda sağlanacak tasarruf,

ı) Stok maliyetlerinin azalması,

j) Vardiya değişimleri sırasında meydana gelen üretim duraklamalarının ortadan kalkması ile elde edilecek kazançlar,

k) Üretim süreci zamanının kısalması nedeni ile elde edilecek kazançlar,

l) Üretime geçmeden önce yapılan hazırlıklar nedeni ile harcanan zamanın kısalması sonucunda elde edilecek kazançlar.

m) Üretim miktarının ve üretimin kalitesinin yükselmesi nedeni ile elde edilecek kazançlar,

n) Hükümet tarafından tanınacak vergi muafiyetlerinin ve amortisman giderlerinin doğuracağı kazançlar.

o) Yönetim giderlerinin azalması.

Yukarıda belirtilmiş olan gider ve gelir kalemlerinin titizlikle incelenmeleri neticesinde yönetim, esnek üretim sisteminin benimsenmesi veya benimsenmemesi yönünde vereceği kararın önemli bir aşamasını daha tamamlamış olacaktır.

c) Üretim - Pazarlama

Esnek üretim sistemi , üretim ve pazarlama faliyetlerinin etkinliğini arttıracak yeniliklere yol açacaktır. Esnek üretim sisteminde "x" malı üretiminden "y" malı üretimine ve "y" malı üretiminden "z" malı üretimine geçmek son derece kolaydır.

Üretimde ki bu esneklikler sayesinde tüketicilerin gereksinmeleri çok daha geniş boyutlarda karşılanabilecektir.Günümüzde tüketici tercihleri bir çok unsurun etkisi ile çok süratli olarak değişmektedir.Yeni üretim sistemi değişen ve gelişen bu gereksinmeleri karşılayacak esnekliğe sahiptir. Doğal olarakton bu durum pazarlama faaliyetlerinin etkinliğini de arttıracaktır. Ayrıca üretim miktarının ve üretilen malların kalitelerinin yükselmesi neticesinde tüketiciler daha fazla tatmin edileceklerdir.

Bu durum işletmeye önemli avantajlar sağlıyacaktır. Daha açık bir ifade ile isletmenin pazar payı genişleyecek ve dolayısı ile karları da olumlu yönde gelişecektir.

d) Endüstriyel Ilişkiler :

Esnek üretim sisteminin işgören örgütleri ve işgörenler tarafından benimsenmesi büyük önem taşımaktadır . Aksi takdirde iş barışının bozulması veya pasif direnme gibi olgular meydana gelebilir ve sistemden beklenen faydalar da gerçekleşemez.

Genellikle işgörenler yeni teknolojilere karşı şu nedenlerle karşı çıkarlar ;

a) Işlerini kaybetme korkusu ,

b) Kendilerinin görüş ve önerileri alınmaksızın yeni üretim sistemlerinin üst kademe tarafından zorla uygulama safhasına konulması ,

c) İşgörenlerin işleri ile ilgili konularda alınacak kararlara katılamamaları.

Esasen işgörenlerin işlerini kaybetmeleri söz konusu olmasa bile yaptıkları işler ile ilgili konularda alınacak kararlara katılma arzularının derecesi oldukça yüksektir. Diğer taraftan hem Personel Yönetimi ve hem de Üretim Yönetimi disiplinlerine göre yeni üretim teknolojilerine geçiş için verilecek kararlara işgörenlerin de katılmaları gereklidir. Esnek üretim sistemi gibi yeni bir teknolojiye geçilmesinin söz konusu olması halinde yönetim ile işgören örgütü arasında konuşulup mutabakata varılacak birden fazla konu ortaya çıkacaktır. Bir başka deyişle yönetim, işgören örgütünü yeni teknolojiler hakkında ayrıntılı bir şekilde aydınlatmalı ve herşeyden önce işgören örgütü temsilcilerinin desteğini kazanmaya çalışmalıdır.

Esnek üretim sisteminin başarılı olabilmesi için işgörenlerin eğilimlerini olumlu yönde etkilemek Personel Müdürlüğünün işlevi olup, bu işlevini yeterli düzeyde gerçekleştirmek için Personel Müdürlüğü aşağıdaki sorulara cevap aramalıdır.

a) Işgörenlerin geçmiş dönemlerde yeni teknolojilere karşı takındıkları tutum nedir ?

b) Bu yeni üretim sistemine geçen diğer işletmelerdeki işgörenlerin tutumları neler olmuştur ?

c) Geçmiş dönemlerde, esnek üretim sistemine geçiş aşamasında doğacak olgulara ışık tutabilecek veriler varmıdır ?

Personel Müdürlüğü yukarıdaki sorulara cevap aramak ve bulduğu cevapları çok dikkatli ve ayrıntılı bir şekilde tahlil etmek durumundadır. Cevaplar ve cevapların tahlili gerçekleştirilecek uygulamaları da ortaya çıkaracaktır. Personel Müdürlüğü bu incelemelerin dışında, problemlemlere yol açmaksızın esnek üretim sistemine geçişi sağlıyabilmek için de aşağıdaki eylemleri gerçekleştirmelidir.

a) Esnek üretim sistemi ile ilgili projeyi geliştirecek olan komisyon üyelerine, bu sistemin gerekliliğini destekleyen bilgileri vermek,

b) Fabrika bünyesinde çalışanların tamamının bu konuda fikirlerini beyan edebilecekleri ortamı yaratmak,

c) Fabrika personelini esnek üretim sistemi ile ilgili olarak önce öğretime ve sonra da eğitime tabi tutmak,

d) Esnek üretim sisteminin gerektirdiği nitelikli elemanları işletme bünyesine çekmek.

İşgören örgütlerinin temsilcileri yeni üretim sisteminin üyelerinin işlerini kaybetmelerine neden olacağından çekinmektedirler. Ancak yeni teknolojilerin benimsenmemesi halinde daha fazla sayıda üyelerinin işlerini kaybedeceklerinin de bilincindedirler. Çünkü yeni üretim sistemlerini benimsemiyen kuruluşlar, benimsiyenlere karşı rekabet güçlerini orta ve uzun vadede tamamen kaybedecekler ve pazarlardan çekilmek zorunda kalacaklardır. Böyle bir durumda da işgörenlerin işlerini kaybetmeleri son derece doğaldır. Ayrıca her yeni teknolojik gelişmenin sonucunda bir önceki dönemden daha fazla istihdam olanağının yaratıldığı da işgören örgütleri tarafından bilinmektedir. Ancak işgören örgütleri yine de yönetimi esnek üretim sistemi neticesinde doğabilecek işsizlik olgusununa karşı iş garantisi vermeye, işgörenlere ücretlerinde azalma olmaksızın daha fazla tatil hakkı tanımaya ve işgörenlere daha karmaşık işleri yapabilmeleri için gerekli niteliklileri kazanabilmeleri için eğitim programlarını geliştirmeye zorlayacaklardır.

Yukarıdaki yaklaşımların ışığı altında esnek üretim sistemine geçiş süresince işgören örgütlerinin ve işgörenlerin eğilimlerinin alınacak kararlara bağlı olarak olumlu veya olumsuz yönde gelişebileceğini söyleyebiliriz. Bu eğilimleri olumlu yönde geliştirmek isteyen bir yönetim aşağıdaki işleri gerçekleştirmelidir;

a.) Yeni üretim sistemi ile ilgili öğretim ve eğitim programlarını geliştirmelidir,

b) İş emniyetini mümkün olan en üst düzeyde sağlamalıdır,

c) İşgörenlerin kazançlarında azalmalara neden olmayacak şekilde tatil sürelerini uzatmalıdır.

d) Tehlikeli, pis ve insan sağlığına zararlı işlerde işgörenleri çalıştırmamalıdır,

e) Esnek üretim sistemine geçiş kararından önce işgörenlerinde fikirlerini beyan edebilecekleri ortamı yaratmalıdır

f) Esnek üretim sisteminin yol açacağı üretkenlik nedeni ile meydana gelecek olan kazanç artışlarından işgörenlere de pay vermelidir.

e) <u>Eğitim:</u>

Esnek üretim sistemini benimseyen bir işletme kaçınılmaz olarak bünyesinde yoğun öğretim ve eğitim programları düzenlemek zorundadır.

Bu durum bünyesinde eğitim programları hiç düzenlenmemiş olan işletmelerde yepyeni bir faaliyetin doğmasına , eğitim programlarını düzenleyen işletmelerinde programlarını değiştirip geliştirmelerine yol açacaktır . Eğitim programlarının düzenlenmesi birtakım harcamalarıda gerekli kılacaktır .

Eğitim programlarının düzenlenmesi sonucunda ortaya çıkacak maliyet kalemleri ;

a) Eğiticilere ödenecek ücretler

b) Eğitim için gerekli olan malzeme ve materyaller için yapılacak harcamalar ,

c) Eğitime katılan işgörenler nedeni ile üretimde meydana gelen duraklamanın yol açacağı maliyet artışları.

d) Eğitimin yapılacağı fiziksel alan için yapılacak harcamalar .

Esnek üretim sistemi ile ilgili olarak hem öğretim ve hem de eğitim programları düzenlenmesi gerektiğini belirtmiştik . Bilindiği gibi öğretim ile kişiye ileride oynaması muhtemel roller için genel bilgiler aktarılır . Bir başka deyişle kişiye ihtisasa veya uzmanlaşmaya yönelik ayrıntılı bilgiler değil genel bilgiler kazandırılır. Öğretim programları ile işgörenlere esnek üretim sisteminin ne olduğu ve yararları gibi genel bilgiler verilir. Eğitim ise kişiye ileride oynaması söz konusu olan belirli bir rolü oynıyabilmesi için ihtisasa ve uzlaşmaya yönelik ayrıntılı bilgiler verir. Eğitim programları ile işgörenlere esnek üretim sisteminin gerektirdiği onarım , kullanım ve bakım faaliyetleri öğretilmelidir.

Yeni üretim sisteminin ortaya çıkardığı işler ve bu işleri yapabilmek için işgörenlerde bulunması gereken nitelikler çok dikkatli olarak belirlenmeli ve daha sonrada bu nitelikleri işgörenlere kazandıracak olan eğitim programları geliştirilmelidir. Söz konusu eğitim programlarının düzenlenmesi yeni bir harcama kalemini doğuracaktır. Ayrıca etkin eğitim programlarının düzenlenmesi için gerekli olan eğiticiler ve araç , gereç üzerinde de önemle durulmalı ve temin edilebilme olanaklarının mümkün olup olmadıkları dikkate alınmalıdır.

f) <u>İşsizlik :</u>

Esnek üretim sisteminin işsizlik olgusuna yol açacağı kesindir. Ancak geçmiş dönemler incelendiği zaman her yeni teknolojik gelişmenin daha fazla istihdam olanağı yarattığı görülmektedir. Ayrıca yeni üretim sistemini benimsemiyen bir işletme benimseyenler karşısında rekabet gücünü yitirip piyasadan silineceği için yine işsizlik olgusu meydana gelecektir.

Esnek üretim sistemine geçecek bir işletmenin karar organı, doğebilecek işsizlik sorununu çözümliyebilmek için mikro seviyede şu yöntemleri geliştirebilirler ;

a) Eğitim programlarına ağırlık vererek işgörenlerin daha fazla uzmanlık gerektiren işleri yapmalarını sağlamak ,

b) Çalışma sürelerini kısaltmak ve tatil sürelerini uzatmak ,

c) Hükümetin işsizlik sigortasını oluşturması yönünde gerekli girişimleri yapmak .

Böylece yönetim üzerine düşen görevleri yerine getirmiş olacaktır. Bu aşamada gözümüze çarpan bir noktada şu olmalıdır : Bazı endüstri dallarında az sayıda işgören istihdam eden işletmeler esnek üretim sistemine çok rahat geçebileceklerdir. Çünkü bu işletmelerin işten çıkarmak zorunda kalacakları işgören sayısı düşük olacak ve problem de kolay halledilecektir. Bu durum önümüzdeki dönemlerde çalıştırdığı işgören sayısı itibariyle küçük işletme olarak anılan işletmelere hiç de önemsenmiyecek bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca çalışma sürelerinin kısalması ve tatil sürelerinin uzaması da başta eğlence sektörü olmak üzere hizmet sektörünün gelişmesine neden olacaktır. Bu durum daha ziyade emek yoğun bir sektör olan hizmet sektöründeki istihdam potansiyelini artıracak ve işsizlik problemi de azalabilecektir.

g) Bakım - onarım :

Esnek üretim sistemine geçecek işletmelerin bakım ve onarım faaliyetlerine çok önem vermeleri gerekir. Bir başka deyişle yönetimin bakım - onarım ve programlama sorunlarını nasıl çözüme kavuşturacağı hususlarında çok dikkatli olması gerekir. İşletmelerin bu sorunların üstesinden gelebilmeleri için üç seçenekleri vardır . Birincisi sistemi satın aldıkları işletmeden bakım - onarım ve programlama hizmetlerini talep etmek , ikincisi bu işlevleri yerine getirecek uzmanları bulup işletme bünyesinde istihdam etmek ve üçüncüsü de mevcut elemanları eğitmek suretiyle onlara gerekli nitelikleri kazandırarak bakım - onarım ve programlama işlerinin üstesinden gelmektir.

h) Yedek parça :

Esnek üretim sistemine geçecek bir işletmenin yedek parça sorununa büyük önem vermesi gerekir. Sistemin çalışması sırasında meydana gelecek arızalar ve bu parçaların süratle yenilenememeleri halinde üretimde önemli aksaklıklar olacaktır.

Bu nedenle yönetimin yedek parça temin etme olanaklarını çok hassas bir şekilde dikkate alması ve yedek parça stoklaması da gerekir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

i) Rakip işletmeler :

Yönetimin rakip işletmelerin esnek üretim sistemine kullanıma geçiş ile ilgili eğilimlerini yakından takip etmesi gerekir. Eğer rakip işletmeler endüstriyel robot kullanımına süratle geçerler ve başarılıda olurlarsa oldukça zor bir durum ortaya çıkar. Bu nedenle yönetimin rakip işletmeleri yakinen takip etmesi ve onlarda böyle bir eğilimin mevcudiyetini anladığını zaman , hemen harekete geçerek olayın gerisinde kalınmaması için gerekenleri yapması gerekir.

j) Hükümetin politikası :

Esnek üretim sistemine geçiş hususunda Hükümet ' in yaklaşımı da değerlendirilmelidir. Hükümet hızlı amortisman , ucuz kredi , gümrük muafiyeti , işsizlik sigortası, eğitim gibi konularda alacağı kararlar ile bu yeni üretim sistemine geçişi hızlandırabilir veya yavaşlatabilir. Bu nedenle Hükümet ' in kararları ve kararlarının yönü iyi analiz edilmeli ve hatta Hükümet ' in bu konuyu doğrudan veya dolaylı olarak etkiliyecek kararlarının doğru ve sağlıklı olabilmesi için gerekli girişimler yapılmalıdır.

- Parvez Salim , " The Robots Are Coming " , Risk Management ,VOL. 31. no. 5. , May 1984
- Clark Holloway , "Strategic Management and Artificial Intelligence ", Long Range Planning , Vol. 16. , no5. , Oct. 1983
- Ronald D. Levine , "Supercomputers " , Scientific American , Jan. 1982
- J. Fine , " Sophisticated Automation To Robotry " , Grundal and Co. Bulletin , New-York , October 1980
- J. Mc Elroy , " Robots Take Detroit " , Automative Industries , January , 1982
- Richard K. Miller , " The Bottom Line Justifying A Robot Installation " , Robotics World , April , 1983
- William R. Tanner , " The Manager's Role In Robotization ", Management Reviw June 1984
- A. Evans , " Framework For A New Policy On New Tecnology " , Passengers Management August 1981
- R. C. Logmire , "Robots Are Joining The Workforce " , Production and Inventory Management Review And APICS News , Oct. 1982

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

HÜCRE TIPI ÜRETIM SISTEMLERINDE BILGISAYAR DESTEGI VE BIR UYGULAMA

Ars.Grv. Müserref TASCI
Anadolu Üni. Müh. Mim. Fak.
Endüstri Müh. Bölümü
ESKISEHIR

Öğr.Grv. C. Nuri TASCI
Anadolu Üni. Müh. Mim. Fak.
Endüstri Müh. Bölümü
ESKISEHIR

Ö Z E T

Son yıllarda mamul sayısındaki artış, özellikle küçük ve orta büyüklükte,çok sayıda farklı mamülü küçük partiler halinde üreten atölye tipi isletmelerin tasarım, planlama ve üretim sorunlarının önemli boyutlara ulaşmasına yol açmıştır. Bu sorunlara köklü çözümler vadeden grup teknolojisi, özellikle küçük ve orta büyüklükteki atölyelerin yoğun olduğu ülkemizde önem kazanmaktadır. Bu çalışmada ilk olarak gruplandırmada kullanılan yöntem kısaca tanıtılacak, daha sonra bir isletmede yapılan uygulama sonuçları tartışılacaktır.

1.GIRIS

Günümüzde teknolojik ilerlemeye paralel olarak kısalmakta olan buluş zamanı, piyasada bulunan mamüllerin daha gelişmişlerinin giderek daha kısa bir süre sonra piyasaya sürülebilmesini sağlamakta, böylece bir yandan mamül ömrü

kısalırken, bir yandan da mamül sayısı hızla artmaktadır. Mamül çeşitliliğinin artışı, genel amaçlı tezgahlarda çok sayıda mamülün küçük partiler halinde üretilmesini olanaklı kılan atölye tipi üretimi ön plana çıkarmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak, atölye tipi üretimin ve bu üretim tipinin yerleşim tarzı olan işleme göre yerleştirmenin sorunları ve bu sorunların çözümü de önem kazanmaktadır [2]

Atölye tipi üretim sistemlerinin sorunlarına çözüm bulmanın bir yolu, bütün halinde ele alınması zor olan bu sorunları, sistemi küçük alt sistemler halinde tanımlayarak basitleştirmektir. Küçük alt sistemlerde planlama, denetim ve üretim daha etkin bir şekilde yapılabilir.

Üretilen parçaların tasarım ya da üretim özelliklerine göre gruplandırılması ve daha sonra bu parça gruplarının işleneceği makinaların belirlenmesi ile parça-makina grupları[1]nın oluşturulmasına dayanan grup teknolojisi , çok çeşitli mamülün küçük partiler halinde üretildiği atölyelerde , hücre tipi üretim tarzı ile , sorunlara köklü çözümler vadetmektedir. Grup teknolojisinin uygulanması ile , üretim hattına yeni girecek bir mamülün üretilmekte olan benzerlerinin sağlamış olduğu bilgiden yararlanılması mümkün olmaktadır. Böylelikle tasarım, planlama ve denetim sorunları en aza indirilebilmektedir. Öte yandan, daha küçük sistemlerle çalışılıyor olması, her alt sistemin belirli ürünlere tahsis edilmesi sonucu, işletmedeki karışıklığın azalmasını sağlamaktadır [3] .

Bu çalışmada, bir makina fabrikasında, işleme göre yerleşimin neden olduğu sorunları azaltacak bir hücre tipi yerleşim için gerekli verilerden bir kısmının derlenmesi için gereken parça-makina gruplandırılması yapılmıştır. Gruplama için, işlem yükünün düşüklüğü, yerleşim planlamasına doğrudan uygulanabilir bilgileri türetmekteki başarısı ve uygulamanın yapıldığı işletmenin koşullarına uygunluğu nedeni ile benzerlik katsayılarını ve ağ kuramını

kullanan bir yöntem seçilmiştir. Ülkemizde yapılan az sayıdaki grup teknolojisi çalışmasının hiçbirinde ağ kuramından yararlanılmamış olması da, bu yöntemin tanıtılması açısından seçimde etkili olmuştur.

Çalışmada kullanılan veriler, genellikle her işletmede kolayca elde edilebilecek verilerdir. Ancak, işlem sıra ve süreleri gibi verilerin kullanılan teknolojiye bağlı olduğu bilinen bir gerçektir. Oysa, çoğu işletmemizde, kullanılan teknoloji değiştiği halde, bu tür bilgiler güncelleştirilmemektedir. Uygulamanın yapıldığı işletme de çok eski bir kuruluş olduğu için böyle bir olasılık olduğu halde, çalışmanın konusunu doğrudan ilgilendirmediğinden verilerin doğruluğu sınanmamıştır. Öte yandan, işletmede üretilen çok sayıda mamülün bütün parçalarına ilişkin bir analizin veri derleme ve işleme sorunları gözönüne alınarak, üretimde en çok pay tutan ürünler örneklenerek analize alınmıştır.

2. PARÇA-MAKİNA GRUPLARININ OLUŞTURULMASI

Grup teknolojisinin temeli parça gruplandırmadır. Grup teknolojisinin endüstriyel uygulamalarındaki en önemli ve zor aşama da bu aşamadır. Gerçekte, uygulamanın başarısı, büyük ölçüde gruplamanın başarısına bağlıdır.

Parça gruplamada parçanın ya tasarım veya üretim ya da hem tasarım hem üretim özelliklerinden yararlanılır. Parça gruplama için pek çok yöntem önerilmiş olup, bunlar genel olarak üç grupta toplanabilir:(a) subjektif yöntemler, (b) kodlama ile gruplandırma, (c) üretim sırasının analizi ile gruplamadır.

Üretim sırasının analiziyle parça gruplandırmada kullanılan yöntemlerden başlıcaları üretim akış analizi, parç akış analizi ve benzerlik katsayıları yaklaşımıdır.

Bu çalışmada parça gruplamada uygulanan yöntem, benzerlik katsayılarını ve ağ kuramını kullanmaktadır. Yöntem büyük ölçüde 1975 yılında RAJAGOPALAN ve BATRA'nın geliştirdiği yönteme dayanmaktadır [4].

Yöntem üç aşamada ele alınmıştır. Bu aşamalar, (a) İşlem sıra ve süre bilgilerini içeren parça akış formlarından hareketle tezgah ağının belirlenmesi, (b) Tezgah ağından hareketle hücrelerin bulunması, (c) Bulunan hücrelere parça atamasının yapılması olarak sıralanabilir

2.1. Tezgah Ağının Oluşturulması

Bu aşamada ilk olarak parça akış formlarından tüm parçaların işlem sıraları incelenerek,

Tii: i. inci makinada işlenen toplam parça sayısı

Tij: i ve j makinalarında işlenen parça sayısı

olmak üzere, T toplam akış matrisi oluşturulur. Daha sonra toplam akış matrisinden hareketle,

$$Sij = \frac{Tij}{Tii + Tjj - Tij}$$

formülü yardımı ile makina çiftleri arasında benzerlik katsayıları hesaplanır.

Tezgah ağında her nokta bir makinaya karşı gelir. Ağdaki iki nokta ya da iki düğüm arasında bir kenar olması, bu düğümlerin temsil ettiği makinaların arasındaki benzerlik katsayısının belli bir değerden (t) büyük olması demektir.

2.2. Tezgah Hücrelerinin Bulunması

Oluşturulan tezgah ağında hücrelerin bulunmasında, ağ kuramında klik tanımından hareketle tezgah ağının klikleri bulunmakta ve bu klikler başlangıç hücreler olarak alınmaktadır. Daha sonra bu hücrelere parçaların ataması

yapılır. Bu atamalar sonucunda, genellikle bir çok parça birden çok hücrede işlenmek zorunda kalır. Bu durum hücreler arasında yoğun taşımaya neden olmaktadır. Atama işlemleri bittikten sonra hücreler arasında taşınan parça sayısı hesaplanır ve taşımaları azaltacak şekilde, bazı hücreler birleştirilerek yeni hücreler elde edilir.

Daha sonra bulunan bu son hücrelere parça ataması yapılır. Bu işlemden sonra parça-makina grupları belirlenmiş olur. Daha sonra ise yapılan atamalara göre, parçaların işlem süreleri ve talepler gözönüne alınarak, hücrelerdeki makinaların toplam yükleri ve bu yüklerden hareketle gerekli makina sayıları hesaplanır. Son olarak da genel olarak hücre yerleşimleri yapılır. Çizim 1' de uygulanan yöntemin genel bir akış şeması verilmiştir.

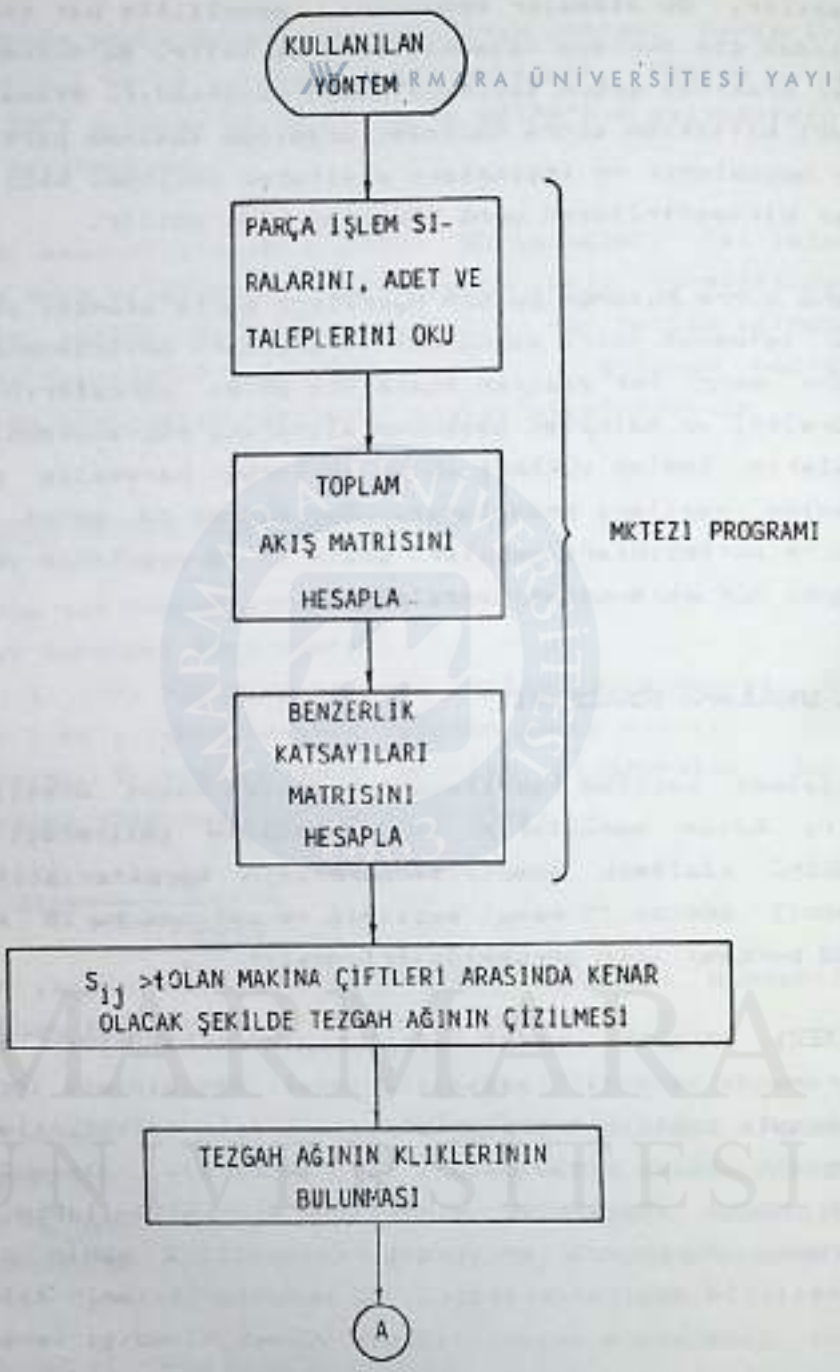
3. UYGULAMA SONUÇLARI

Uygulama yapılan fabrikada çok sayıda mamül üretilmektedir. Bütün mamüllerin incelenmesinin getireceği zaman yükünü azaltmak amacıyla, üretimin karakteristiklerini temsil edecek 15 mamül seçilmiş ve çalışma bu 15 mamülün 423 parçası için gerçekleştirilmiştir [5].

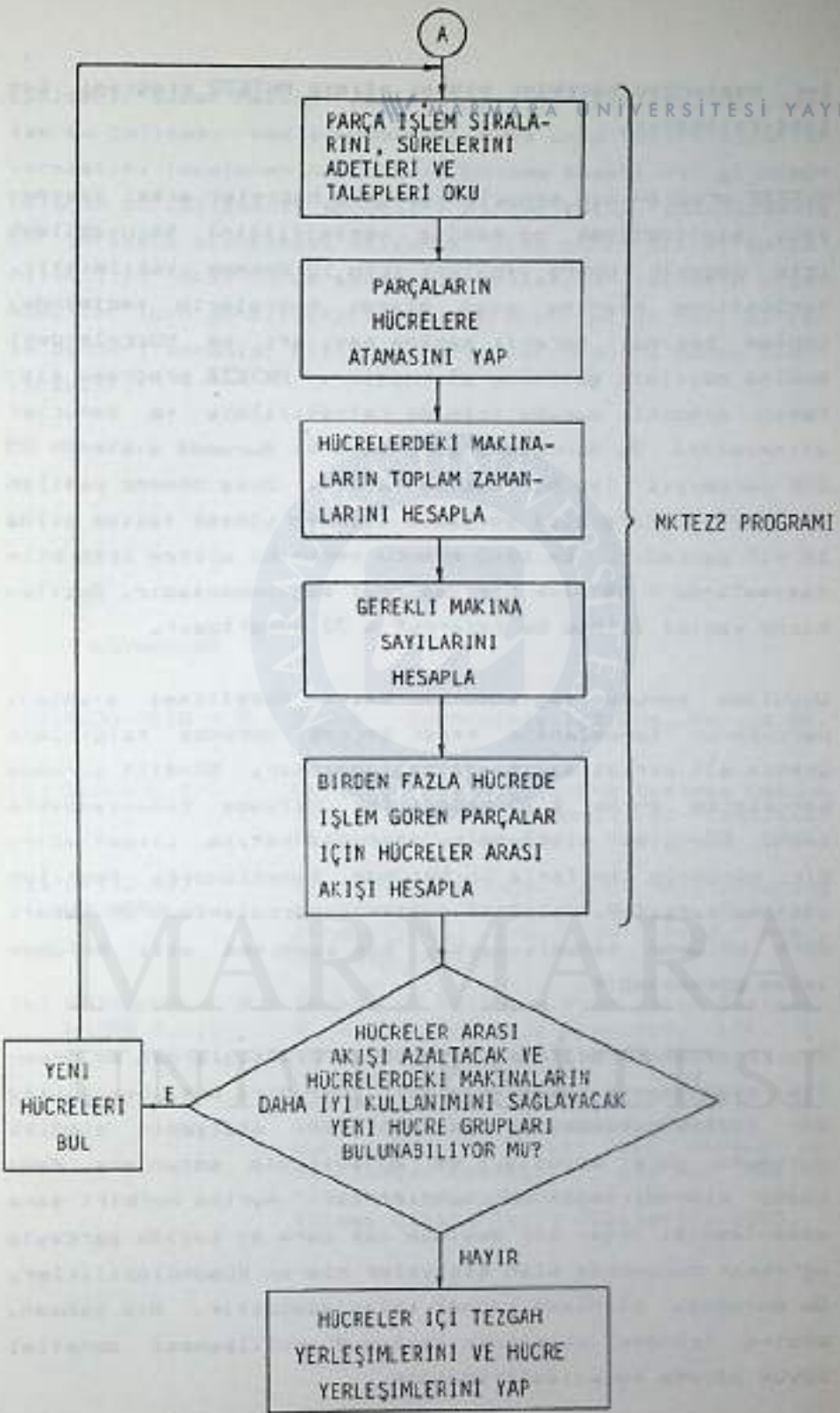
MKTEZI programı mamul taleplerinin ortalamadan sapması durumunda benzerlik katsayılarındaki değişimleri incelemek amacıyla değişik talep ortalamaları için çalıştırılmıştır. Değişik talep ortalamaları için benzerlik katsayılarında çok küçük değişimler olmakta ve bu katsayıların sıralanması durumunda en yüksek katsayılara sahip çiftler genellikle değişmemektedir. Bu nedenle sistemin taleplerdeki oynamalara duyarlılığının yüksek olmadığı varsayılarak, işlemlerde ortalama talepler kullanılmıştır.

MKTEZI programı sonunda bulunan benzerlik katsayıları ve seçilen t değerine göre tezgah ağı elle oluşturulmuş, daha sonra tezgah ağının klikleri bulunmuş ve bulunan bu klik-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



ÇİZİM 1- Kullanılan yöntemin akış şeması.



ÇİZİM 1- (Devamı)

ler başlangıç hücreler olarak alınıp MKTEZ2 programı çalıştırılmıştır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MKTEZ2 programının sonuçlarına göre hücreler arası taşımaları azaltabilmek ve makina verimliliğini koruyabilmek için değişik hücre yapıları için 10 deneme yapılmıştır. Yerleştirme planına esas olacak hücrelerin seçiminde, toplam taşıma, gerekli makina sayıları ve hücrelerdeki makina sayıları gözönüne alınmıştır. MKTEZ2 programı sistemin şimdiki durumu için de çalıştırılmış ve sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlara göre şimdiki durumda sistemde 25 232 parça/yıl' lık bir taşıma vardır. Oysa deneme yapılan 10 farklı hücre tipi yerleşim için en yüksek taşıma yılda 10.417 parçadır. En kötü sonucu veren bu sistem için bile taşımalarda % 58' lik bir tasarruf sağlanmaktadır. Seçilen hücre yapısı içinse bu tasarruf % 73 olmaktadır.

Uygulama sonucu sağlanan bir başka niceliksel avantaj, parçaların tamamlanana kadar geçmek zorunda kaldıkları üretim alt birimi sayısında sağlanmıştır. Şimdiki durumda parçaların ancak % 30 kadarı tek bölümde tamamlanmakta iken, önerilen sistemde bu oran iki katına çıkmaktadır. Bir parçanın en fazla üç bölümde tamamlandığı önerilen sisteme karşılık, şimdiki sistemde parçaların % 30 kadarı dört bölümde tamamlanmakta, bir kısmıysa altı bölümde işlem görmektedir.

Uygulama sonucu sağlanan niteliksel avantajlardan en önemlisi planlamanın kolaylaşmasıdır. Her biri orta büyüklükte bir atölye görünümünde olan hücreler, atölyenin şimdiki durumuna göre boyutları ve dolayısıyla sorunları daha küçük olan birimler durumundadırlar. Ayrıca herbiri daha uzmanlaşmış, diğer bir deyişle çok daha az sayıda parçayla uğraşmak durumunda olan atölyeler olarak düşünülebilirler. Bu durumda, planlama yapmak kolaylaşacaktır. Öte yandan, atölye içindeki akışların azalıp düzenlileşmesi denetimi büyük ölçüde kolaylaştıracaktır.

Eskişehir Şeker Makina Fabrikası'nın bir atölyesinde yapılan bu çalışma, beklenenden çok daha ümit verici sonuçlar vermiştir. İncelenen parçaların bütünü temsil ettiği düşünülürse bu çalışmanın sonuçları birkaç küçük düzenlemeyle bir yerleşim planlaması çalışması için girdi olarak kullanılabilir. Aksi halde çalışmada kullanılan yöntemin diğer mamüller için genelleştirilmesi gerekir. Bu da veri girişi ve benzeri sorunlar dışında önemli sakıncalara neden olmayacaktır.

KAYNAKLAR

[1] ABOU-ZEID M.R., Group technology, Ind.Eng., May., p.32, 1975.

[2] BLACK J.T., Cellular Manufacturing Systems Reduce Setup Time, Make Small Lot Production Economical, Ind.Eng., Nov., p.37, 1983.

[3] OPITZ H./ WIENDAHL H., Group Technology and Manufacturing Systems for Small and Medium Quantity Production, Int. J. Prod. Res., Vol.9, p.182, 1971.

[4] RAJAGOPALAN R./ BATRA J.L., Design of Cellular Production Systems, A Graph Theoretic Approach, Int. J. Prod. Res., Vol. 13, p.567, 1976.

[5] TAŞCI, M., Hücre Tipi Üretim Sistemlerinde Hücrelerin Oluşturulmasına Yönelik Ağ Kuramına Dayalı Bir Yöntem ve Bilgisayar Desteği ile Bir Makina Fabrikasında Uygulama Denemesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 1985.

© MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yapay Zeka ve Uzman Sistemler

Burç Ülengin
İ.T.Ü
İşletme Fakültesi

Özet

Yapay Zeka bilim dalı ve onun bir alt dalı olan Uzman Sistemler son yıllarda bilgisayar kullanım alanında bir çığır açmıştır.Yapay Zekanın amacı insan gibi düşünebilen ve davranabilen bilgisayarlar yapmaktır.Bildirinin asıl konusu olan Uzman Sistemlerde amaç ise bilgisayara bir konuda uzman bir kişinin bütün bildiklerinin aktarılmasıdır. Bir problem ortaya çıktığında bu bilgisayarın uzman kişi gibi problemi başarıyla çözmesi gerekmektedir.Uzman Sistemler ilerleyen teknolojinin ve bilimin toplumun her kademesinde rahatlıkla kullanılmasını sağlıyacak ve dünyanın teknoloji çağından bilgi çağına geçmesini hızlandıracaktır.Bu bildiride Yapay Zeka ve Uzman Sistemlerin amaçları,kısa tarihçesi,özellikleri anlatılmaktadır.Daha sonra çeşitli uygulama alanlarında çalışmakta olan Uzman Sistemler kısaca tanıtılmıştır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Giriş

Yapay zeka bilgisayar biliminin bir alt bölümüdür. Yapay zekanın amacı akıllı bilgisayar programları yazmaktır. Ulaşılmak istenen hedef bir insan gibi düşünebilen bilgisayarlardır.

Yapay Zeka alanında önde gelen isimlerden olan Feigenbaum ve McCorduck Yapay Zekayı şu şekilde tanımlamaktadır,"Yapay Zeka bilginin sembolik temsiliyle ve bunun yardımıyla mantıksal işlemleri yapan tekniklerin geliştirilmesiyle uğraşan, bilgisayar biliminin bir alt dalıdır. Amacı insana mahsus olan akıllılık derecesinde davranabilen bilgisayarların yapılması ve programlarının yazılmasıdır."[5]

Yapay Zeka bilim dalı birbirinden bağımsız üç ana bölüme ayrılır. Bir grup Yapay Zeka araştırmacılarının amacı günlük hayattaki bir insan gibi konuşabilecek, konuşulanı anlayabilecek ve konuşma dilindeki yazıları okuyabilecek bir bilgisayar programı yazmaktır. Bu tip programlar anadil işleyicileri olarak adlandırılır. Bir diğer grup araştırmacı ise akıllı robotlar geliştirmeye çalışmaktadır. Başlıca amaçları yaptıkları robotların etraflarını görmelerini, nesneleri tanımalarını ve çevrelerinde bir değişiklik olduğunda buna en uygun ve akıllı tepkiyi göstermelerini sağlayacak bilgisayar programları yazmaktır. Uzman sistemler adı verilen bir grubtaki araştırmacılar ise nümerik işlemler kadar mantıksal işlemleri yapıp, mantık yürütebilen programlar yazmak ve bu programlarla problemleri akıllı ve bilgili bir insan gibi, insana ihtiyaç duymadan çözmektir.

Bu bildiride amaç günlük hayatta kullanımı çok hızla artan Uzman Sistemleri incelemektir.

Tarihçe

İkinci Dünya Savaşı bittiğinde Amerikalı ve İngiliz bilim adamları bilgisayarlar üzerinde çalışmaya başladı. Her iki grubun da amacı önceden depolanmış konular ile çalışan ve karışık hesapları kısa zamanda doğrulukla yapacak bir elektronik makina yapmaktı. İngiliz bilim adamları grubunun önde gelen ismi Alan Turing her amaç için kullanılabilecek bir makina yapılmasını önermiş ve böyle bir makina geliştir-

rildiğinde çok değişik alanlarda rahatlıkla kullanılabileceğini söylemiştir.Bunun içinde makinanın yalnızca nümerik hesapları yapmakla kalmayıp,bunun yanısıra mantıksal işlemleri de yapması gerekmekteydi.Turing makinanın "ve","veya" ve "değil" gibi formal mantık işlemlerini yapması gerektiğini savunmuştur.

Amerikalı bilim adamları daha pratik bir yaklaşım ile yalnızca nümerik hesapları yapabilen bir makina geliştirmeye yönelmişlerdir.Turing'in önerdiği makinanın çok pahallı olacağını ve çok sayıda üretileniyeceği görüşünü paylaşmaktaydılar.Yapmaya çalıştıkları makina mantıksal işlemler yerine "+","-" ve "<" gibi nümerik işlemleri yapacaktı.Bu düşünce sonucu çok hızlı hesaplayıcılar yapıldı ve kısa bir süre sonra İngiliz bilim adamları da Amerikalıların bu düşüncesini takip ettiler.Çok yakın zamanlara kadar da bilgisayarlar yalnızca hızlı hesablayıcılar olarak kaldılar.

Bilgisayarlar hızlı hesaplayıcılar olarak yapılıp hızları ve hafızaları arttırılırken bir grup bilim adamı nümerik işlemler dışında mantıksal işlemleri yapacak makinalar üstünde çalışmaya devam ediyordu.Aynı zamanda psikologlar da insanların nasıl düşündüğü hakkında çalışmalar yapıyordu.Zaman içinde mantıksal işlem yapan makina üstüne çalışan bilgisayarcılar ile insan düşünce sistemi üzerinde çalışan psikologlar bilimlerarası bir dal olan Yapay Zekanın ortaya çıkmasına sebep oldular.Psikologlar insanın düşünme ve hatırlama mekanizmasını inceleyip ortaya çıkartacaklar,bilgisayarcılar ise bunu programlayacaklardı.

Yaklaşık 15 yıl önce,Yapay Zeka ile ilgili araştırmalar yapmak üzere laboratuvarlar kurulmaya başladı.Bazı firmalar Yapay Zeka konusuyla uğraşmak üzere araştırma bölümleri kurdular.İlk çalışmalar Yapay Zekanın işhayatında çok yararlı ve kazançlı olacağını göstermişti.Fakat uygulamaların sonuçları başarısızdı.Yapay Zeka için gerekli bilgisayar sistemini geliştirmek çok pahalı,yapılan sistemler çok yavaş ve ürettikleri sonuçlar yeterince iyi değildi.Yapay Zeka programları o zamanki bilgisayarlar için çalışması çok karışık olan programlardı.Bu ümit kırıcı sonuç-

lara rağmen Üniversitelerde bu konudaki çalışmalar düzenli bir şekilde ilerledi.Çalışmalar sonucu teorik gelişmeler ortaya çıktı.Bu gelişmeler sırasında mikroelektronik teknoloji çok hızlı,çok güçlü ve ucuz bilgisayar üretecek hale geldi.Bu iki gelişmenin birleşmesiyle Yapay Zeka hızlı bir gelişme sürecine girdi.ve tekrar Üniversite laboratuvarlarından günlük hayata döndü.Son 10 yıldır kullanım alanı tarımdan askerliğe,uzay çalışmalarından tıp alanına kadar yayıldı.Yapay Zeka alanında önde gelen isimlerden biri olan Marvin Minsky yapay zeka çalışmalarının ancak 50 yıl sonra gerçek meyvalarını vereceğini ve günlük hayatta çok geniş bir kullanımı olacağını söylemektedir.[9]

Uzman Sistemler

Uzman Sistemler ilk olarak 1970'lerin ilk yıllarında bilim adamlarının ilgi alanına girdi.Bilgisayar alanındaki bütün ilerlemeye rağmen Yapay Zeka uzmanları tatminkar bir Uzman Sistem yapamıyorlardı.Genellikle yapılanlar çok hantal ve ürettikleri sonuçlar çok yetersizdi.Bilgisayarda Laser ışınlarının kullanılması ve mirochiplerden yararlanılması bu durumu değiştirmedi.

Uzman Sistemin amacı,bir anlamda düşünebilen ve ürettiği düşünce zinciri sayesinde karşılaştığı bir problemi insan gibi çözebilen bilgisayar programı yazmaktır.Böylece Uzman Sisteme bir problem verildiğinde ilgili konuda uzman kişinin ulaşacağı sonucu vermesi beklenir.

1960'larda Yapay Zeka uzmanları insanınkine benzer bir düşünce sistemini programlayıp bilgisayara yüklemeyi denediler.Böyle bir program herhangi bir konuda bir insan gibi düşünecek,problemlere cevab bulacaktı.Bazı önemli ilerlemelere rağmen bu erken genel amaçlı Uzman Sistemler başarılı olamadı.Bu sistemleri kurmak hem çok zordu hem de yazılsa bile verdiği sonuçlar kullanılabilir nitelikte değildi.

Bu başarısızlıktan ders alan araştırmacılar genel amaçlı programlar yerine belli konular için Uzman Sistemler geliştirmeye başladılar.1970'lerde Uzman Sistemlerde kullanılacak bazı teknikler geliştirildi.Bu tekniklerden biri temsil tekniği olup bir problemi kolay çözmek için nasıl formüle edilmesi gerektiği ile ilgiliydi.Bir diğeri ise arama tekniği idi.Arama tekniği çözüm için en uygun yolun

bulunmasını sağlıyordu.Bu iki önemli tekniğin geliştirilmesine rağmen Uzman Sistemler başarıya ulaşamıyordu.

1970'lerin sonlarına doğru Yapay Zeka uzmanları önemli bir noktayı anladılar,sorun problemin nasıl formüle edileceği veya çözüm yolunun nasıl seçileceği konusunda değildi.Uzman sistemin problem çözücü kabiliyeti kendisinde bulunan bilginin miktarına ve kalitesine bağlıydı.

Bir programı akıllı yapan belli bir alanda yüksek kaliteli çok bilgiye sahip olmasıydı.Burada iki önemli öğe bulunmaktadır.Birincisi,"belli bir alanda" ifadesidir.Başarılı bir Uzman Sistem ancak dar ve sınırları belli bir sahada kurulmuş olmalıydı.Genel amaçlı bir uzman sistem söz konusu değildi.Uzman sistem kurulduğu alanın sınırlarına yaklaştıkça yanlış yapma olasılığı hızla artmakta ve bu sınır geçilirse anlamsız sonuçlar üretmektedir.[7] İkinci ifade ise "yüksek kaliteli çok bilgi"dir.Program ne kadar çok ve kaliteli bilgi içeriyorsa o kadar başarılı olmaktadır.Bu bilgi yalnızca kitablardan veya makalelerden elde edilen bilgilerden değil,tecrübe ile elde edilen bilgilerden oluşur.

Bu tip Uzman Sistemlere Bilgi Temelli Uzman Sistemler adı verildi.Stanford Üniversitesinden Profesör Edward Feigenbaum bilgi temelli Uzman Sistemleri şu şekilde tanımlar,"Uzman sistemler çözümü zor olup bir uzman bilgisi gerektiren problemlerde bilgi ve mantık zinciri kullanarak çözüm bulan bilgisayar programlarıdır.Programda kullanılan bilgi ve mantık zinciri ilgili konuda çalışan en iyi uzmanın bilgi ve mantık seviyesinde olmalıdır." [5]

Bilgi temelli Uzman Sistemin kapsadığı bilgi olaylardan ve sezgisel yöntemlerden oluşur.Olaylar bilginin gövdesini oluşturur.Bunlar genellikle o bilim dalında herkesce bilinen genel kabul görmüş bilgilerdir.Sezgisel yöntemler ise daha kişilere mahsus,herkes tarafından bilinmeyen,üzerinde genel bir anlaşma olmayan ve çoğunlukla kişilerin tecrübelerine dayanan bilgilerdir.Genellikle bu tip bilgiler uzman kişiyi diğerlerinden ayırır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uzman Sistemin Kuruluşu

Uzman Sistem ortamı Uzman Sistemin kendisinden, uzman kişiden, bilgi mühendisinden, Uzman Sistem programlama dillerinden ve kullanıcıdan oluşur.

Uzman Sistem konusundaki problemleri çözecek bilgisayar programlarından oluşur. Program yerine sistem diye adlandırılmasının nedeni yalnızca problem çözücü kısımlardan oluşmaması, bunun yanı sıra destek kısımlarının da bulunmasıdır. Destek kısımları sistemin kullanılmasını ve bilgi alışverişini kolaylaştırır.

Uzman Kişi, belli bir konuda eğitilmiş ve tecrübe kazanmış, konusunu çok iyi bilen kişidir. Uzman kişi çözüm aşamasındaki kestirme yolları iyi bilir, isabetli tahminlerde bulunur. Uzman Sistemlerde bilgi kaynağı olarak kitablar ve makaleler de kullanılabilir. Fakat bir problemin çözümünde önemli yer tutan sezgisel bilgiler eksik kalır.

Bilgi mühendisi çoğunlukla bilgisayar veya Yapay Zeka konusunda bilgili kişidir. Uzman Sistemin nasıl kurulacağını bilir. Uzman kişi ile görüşerek ondan bilgileri ve problem çözüş yöntemlerini alır. Bu bilgilerden yararlanarak uzman kişiyi bilgisayara yansıtır.

Uzman Sistem programlama dilleri bilgi mühendisi ve programcı tarafından kullanılan ve Yapay Zeka alanı için özel programlama dilleridir. Bu diller klasik bilgisayar dillerinden-FORTRAN, BASİC, COBOL,..- farklı olup bilgilerin temsil edilmesinde, işlenmesinde ve mantıksal işlemlerde kolaylıklar sağlar. Klasik programlama dilleriyle de Uzman Sistemler kurulabilir. Fakat programlama güçleşir, daha uzun ve karışık hale gelir. Yapay Zeka ve Uzman Sistemler alanında kullanılan başlıca programlama dilleri LISP ve PROLOG dilleridir. LISP 1960'larda ortaya çıkmış ve bugüne kadar gelişmesini sürdürmüştür. Tahminlere göre ancak A.B.D de 2000 ile 3000 arasında, dünyanın diğer kısımlarında da bir bu kadar programcı bu dili akıcı bir şekilde kullanabilmektedir. [9]

Kullanıcı Uzman Sistem kurulduktan sonra bunu kullanan kişidir. Kullanıcı ilgili konuda bilgili bir kişi olabileceği gibi çok az bir bilgi sahibi kişi de olabilir. Uzman Sistem her iki tip kullanıcıyada hitab etmelidir.

Uzman Sistemlerin Üstün Yönleri

Akla gelebilecek bir soru, uzman kişiden yararlanmaktan niçin vazgeçiyoruz? Bu konuya açıklık getirmek için uzman kişiyle Uzman Sistem arasında bir karşılaştırma yapalım.

Uzman kişi bir insan olduğu için fizyolojik veya ruhsal bir hastalık sonucu faydalı olmaktan çıkabilir, bir kaza sonucu kaybedilebilir. Bu durumda uzman kişiyle birlikte bütün bilgisi ve tecrübesi yok olur. Uzman Sisteme uzmanlığı geçirilmiş bir kişi ölse bile ilerde problemleri yaşıyormuş gibi çözebilir.

Uzman Sistemler çok çabuk ve kolaylıkla bir yerden diğer bir yere aktarılabilir ve çoğaltılabilir. Uzman kişinin uzmanlığını bir başka kişiye geçirebilmesi ise zor ve çok zaman alan bir çalışma gerektirir. Uzman Sistemin aktarılması ise basit bir bilgisayar programı kopyalanmasıdır. Çoğaltılabilme özelliği sayesinde uzman kişilerin yetişemediği bir çok işler uzman yeteneğiyle çözümlenebilir.

Uzman Sistemlerin işleyiş mekanizması ve kullandığı bilgiler bilgisayar programlarının okunmasıyla kolayca elde edilebilir. Bir uzman kişiden bunları elde etmek ise zordur. Genellikle uzman kişiler konularında çok bilgili olmalarına rağmen bilgilerini isteseler de aktarmakta güçlük çekerler. Kullandıkları bazı bilgileri ve yöntemleri bildiklerini kendileri dahi bilmezler.

Uzman Sistemler kararlılık gösterirler. Dolayısıyla sonuçları uzman kişilere göre daha güvenilirdir. Uzman kişi birbirleriyle tıpatıp aynı iki durumda duygularının etkisi ile iki farklı sonuca ulaşabilir. Örneğin, bir kriz anında uzman kişi psikolojik baskı yüzünden bazı şeyleri unutabilir veya yanlış yapabilir.

Uzman Sistemler ucuzdur. Uzman kişi alanındaki çok az kişiden biridir. Dolayısıyla kullanımı çok pahallıdır. Uzman Sistemler ilk kuruluş aşamasında pahalıdır. Fakat kurulup da çoğaltılınca birim maliyetleri çok düşer.

Uzman Sistemlerin Sakıncalı Yönleri

Yukarıda saydığımız gibi Uzman Sistemler uzman kişilere göre üstün durumda ise niçin uzman kişileri kullanmaya devam ediyoruz? Uzman Sistemler giderek başarılarını arttırmakta ise de şu anda bazı alanlarda uzman kişiler

Uzman Sistemlere göre çok daha başarılıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uzman Sistemler çözümünde duygu gerektiren işlerde kullanılamaz.Bilgiler ve tecrübeler bilgisayara geçirilebilir ama duyguların bilgisayara geçirilmesi şu anda imkansız görünmektedir.

Uzman Sistemlerin başarısız olduğu alanlardan biri de yaratıcılıktır.İnsanlar en gelişmiş akıllı programdan daha yaratıcıdır.Uzman kişi bilgisini yeniden organize ederek,deneme yaparak yeni bilgilere ulaşabilir.Uzman Sistem ise aynı konuyu hep aynı tarzda ele alır ve sonuçlandırır. Uzman kişiler alışagelmedik olayları yaratıcı güçlerini kullanarak,başka olaylara benzeterek çözebilirler.Uzman Sistemler ise bu konuda çok az başarılıdır.

Uzman kişilerde öğrenme yeteneği vardır.Kendini değişen koşullara adapte eder,stratejilerini buna göre değiştirir.Uzman kişi konusuyla ilgili olmayan bir olaydan elde ettiği bilgiyi kendi konusuna uygulayabilir.Uzman Sistemlerin öğrenme kabiliyeti çok kısıtlıdır.Yapay Zeka uzmanları son yıllarda bilgisayarlara öğrenmeyi öğretmeye çalışmaktadır.Az da olsa bu konuda kayda değer bazı gelişmeler sağlanmıştır.Geliştirilen bilgisayarlar hem öğrenmekte hem de öğrendiğini otomatik olarak programlayıp bilgi haznesine eklemektedir.Bu tip Uzman Sistemlere örnek olarak Meta-DENDRAL,FREDDY,ID3 örnek gösterilebilir.

Uzman kişiler girdileri daha geniş bir açıyla ve daha kolay bir şekilde elde ederler.Uzman kişi görme,duyma yoluyla olayı daha kolay kavrar.Uzman Sistemlerde bilgi aktarımı sırasında az da olsa bir kayıp söz konusu olmaktadır

Uzman kişiler dünya bilgisine sahiptirler.Dünya bilgisi herkesce doğal olarak bilinen,günlük hayatımızı yaşarken farketmeden öğrenilen bilgilerdir.Uzman Sistemler yalnızca konusu ile ilgili bilgilere sahiptirler,dünya bilgilerini çokluğu nedeniyle depolayamazlar.Örneğin,havaya bırakılan her cismin yere düşeceğini,suyla temas eden cismin ıslanacağını herkes bilir.Bunu bir yerden öğrenmesine gerek yoktur.Uzman Sisteme ise bunların tek tek öğretilmesi gerekmektedir,yoksa bunları bilemez.Dünya bilgisi içine insanın neyi bildiğini neyi bilmediğini bilmesi de girer.

Birisine Newton'un telefon numarası sorulsa derhal yok diye cevaplar.Telefon numaralarının ve sahiplerinin adlarının yüklendiği bir Uzman Sistem ilgili telefon numaralarını taradıktan sonra böyle bir kişi kayıtlı değil diye cevab verir.Uzman Sistemler her alternatifi değerlendirirken insan daha baştan bazı alternatifleri silerek hız kazanmaktadır.

Bilginin Temsili

Uzman Sistemlere bilginin yüklenmesi belli bir organizasyonla yapılmalıdırki bunların işlenmesi kolay olsun. En çok kullanılan üç bilgi temsil tekniği vardır,bunlar kurallar,çerçeveler ve semantic ağlardır.

Kural Temelli Metotlar:Bilgiler "Eğer(IF) durum Sonra(THEN) hareket" şeklinde temsil edilmiştirler.Örneğin,

Eğer(IF) Barometre devamlı düşüyorsa
Sonra(THEN) Fırtına yaklaşmaktadır.

Eğer o andaki bilgiler "Eğer" bölümünü gerçekleştiriyor ise "Sonra" bölümündeki hareket yapılır.Bu hareket kullanıcıya bir bilgi göndermek olabileceği gibi programın başka bir yerine de bilgi gönderebilir.Yukarıdaki örnekde "Fırtına yaklaşmaktadır"bilgisi kullanıcıya ikaz olarak bildirilir ve/veya programdaki başka bir yere üretilmiş bir bilgi olarak gönderilir.Örneğin,yukarıdaki ifadeden sonra

Eğer(IF) Fırtına yaklaşmaktadır
Sonra(THEN) Olası rüzgar hızını tespit et

gibi bir başka bilgi ünitesine gidebilir.

Kural temelli bilgi temsili hızlı ve karışık olarak değişen bir ortamda çok doğal bir açıklama yoludur.Dış dünyadan fazla bilgi almaya gerek duymaz.

Çerçeve Temelli Metotlar ve Semantik Ağlar:Bilgiler her iki sistemde de bir serim (network) şeklinde yerleştirilir.Düğümler (node) karşılıklı ilişkileriyle birleştirilmiştir ve belli bir hiyerarşi içinde sıralanmışlardır.Hiyerarşi içinde daha alt kademede bulunan bir düğüm noktası üst düğüm noktalarının özelliklerinide aynı zamanda taşır. Bu tipler kural temelli metotlara nazaren daha az kullanılmaktadır.

Uzman Sistemlerin Klasik Programlardan Farkları

Uzman Sisteler bilgiyi işler, klasik programlar ise verileri işler. Bu en temel ayırımdır. Klasik programlar büyük bir çoğunlukla tamamen algoritmiktir. Uzman Sistemlerde sezgisel yöntemler önemli yer tutar. Uzman Sistemlerin görevi uzman kişilerin işlerini yapmaktır. Klasik programlar herkes tarafından yapılabilecek işleri hızlı ve doğrulukla yapar. Uzman Sistemler bilgi mühendisi ve uzman kişinin ortak çalışmasıyla oluşur. Klasik programlar ise bilgisayar programcısı tarafından yazılır. Uzman Sistemlerin kullandığı mantık zinciri klasik programların aksine programın doğrudan okunmasıyla anlaşılabilir.

Uzman Sistemin Özellikleri

Uzmanlık bu sistemlerin en belirgin özelliğidir. Uzman sistem bir problemi vasat bir başarı ile değil, bir uzman kişinin çözümündeki gibi üstün bir başarıyla çözmelidir. İyi bir sonuç yeterli değildir, sonucun mükemmel olması gerekmektedir. Çözüm esnasında da program kestirme yolları kullanıp hızla sonuca ulaşmalıdır. Uzman Sistemler neyi bilip neyi bilmediğini bilmeli ve yapamıyacağı bir iş olursa bunu bildirmeli ve yapmamalıdır.

Uzman Sistemler sembolik bir mantık zinciri bulundururlar. Bir dizi hesaplama yapıp, basan programlar değildirler. Bu sistemler verilere göre belli bir strateji seçerler ve en uygun çözüm yoluyla problemi çözerler. Uyguladıkları mantık zinciri her probleme göre değişik şekil alır.

Uzman Sistemler belli bir konuda derinliğine bilgi sahibidirler. Çözmek üzere kuruldukları problemler çözümü güç, kesin ve genellikle tek bir çözümü olmayan tiplerdendir. Çözüme ulaşmanın yolu kesin çizgilerle belirtilmemiştir. Birden fazla çözüm her zaman mümkün olabilir.

Uzman Sistemler konusu hakkında bilgi sahibidirler. Sisteme veriler girildiğinde çözüme ulaşması için ne yapması gerektiğini kendisi bilir. Kullanıcının fazla bir bilgiye sahip olmasına gerek yoktur. Uzman Sistemler yapısı gereği problemi çözüş tekniğini ve kullandığı bilgileri kullanıcıya gösterir. Eğer çözüm yolunda bir yanlışlık varsa bu kullanıcı tarafından yakalanabilir. Bu kullanıcının Uzman Sistemin sonuçlarına karşı güven duymasını sağlar. Kullanıcı nereden çıktığı belli olmayan sonuçlarla karşı karşıya kal-

maktan kurtulur.Uzman Sistemlerin açıklama gücü sistemin başarısını belirleyen faktörlerin başta gelenlerindendir. Uzman Sistem için tam ve mantıklı bir açıklama sistemi oluşturmak ise güç bir iştir.Bu zorluk formal mantık ve yapay zeka bilim dallarının ortak çalışmasıyla ortadan kaldırılmaktadır. [3]

Uzman Sistemler yanlış yaparlar.Klasik programlar ise her zaman doğru sonucu verir.Uzman Sistemler bir insan gibi davranmak üzere programlandığından yanlış bir sonuca da varabilirler.Yanlış bir sonuca varma olasılığının bir uzman kişinin yanlış sonuca varma olasılığına eşit veya çok yakın olması gerekir.Fakat bu olasılık hiçbir zaman 0 değildir. Uzman bir kişi bile hata yapabilir.

Görünüşte klasik programlar hiç yanlış yapmazlıkla , uzman sistemlere göre üstün vaziyette görülür.Fakat bu görünüş aldatıcıdır.Klasik programlarda çözüm stratejisinde,sezgisel yöntemlerde veya temel kabüllerde bir yanlışlık varsa,bunlar açıkça belirtilmediği için yanlışlık kolayca bulunamaz.Örneğin,bir regresyon paket programı regresyon analiziyle ilgili her hesablamayı yapıp bunları gerekli istatistiklerle birlikte kullanıcıya sunar.Her veri seti için paket doğru sonuçları verir.Regresyon analizinde hesablanan katsayı t değerleri,güven aralıkları eğer hatalar normal dağılıyorsa geçerlidir.Eğer hatalar normal dağılmıyorsa ilgili bütün değerler anlamsızdır.Programda bu konuda bir bilgi yoksa elde edilen bilgiler doğru fakat kullanılamaz sonuçlardır.Bir Uzman Sistem ise böyle bir durum varsa kullanıcıya bu durumu bildirir ve gerekli tedbiri alıp uygun bir tahmin tekniğiyle doğru ve kullanılabilir bir sonuca ulaşır.

Uzman Sistemlerin Kullanılış Amaçları

Uzman Sistemler birçok alanda kullanılmak üzere kurulmaktadır.Fakat amaçlarına göre sınıflandırırsak belli başlı kullanılış şekilleri,Yorum,İleriyi Tahmin,Tanı,Tasarım,Planlama,İzleme,Tartışma,Tamir,Eğitim ve Kontroldür.

Yorum amacıyla kurulan Uzman Sistemler kendilerine ulaşan verileri inceler ve yorumlarlar.Özellikle veri setinde ölçüm hataları,yanlışlıklar varsa bunları yorumlamak zorlaşır.Bu tip veriler ancak uzmanlar tarafından doğ-

ru olarak yorumlanabilir.Uzman Sistem bu amaç için kurulabilir.Yorumlanan veriler çok çeşitli olabilir.Yorumlanan görüntü,ses sinyalleri,kimyasal reaksiyonlarla ilgili bilgi veya bir hastanın çeşitli tıbbi ölçümleri olabilir.

Uzman Sistemler veri bir durumun nasıl sonuçlar ortaya çıkartabileceğini saptayabilir.Örneğin,askerlikte veri istihbarat raporlarına göre gelecek çatışmanın nerede olacağını saptayan Uzman Sistemler kurulmaktadır.Bu tahmin Uzman Sistemleri genellikle simülasyon modelleri içerir ve olası gelişmeleri simüle ederek olabilecek durumları değerlendirir.

Uzman Sistemler tanı için de kurulur. Kontrol ettikleri sistemlerin özelliklerini ve yapılarını çok ince ayrıntısına kadar bilirler ve bir arıza çıktığında derhal tesbit ederler.Genellikle sırf tanı aşamasında kalmayıp kullanıcı ile tartışarak tamirin veya tedavinin nasıl yapılacağını belirler.

Uzman Sistemler herhangi bir tasarımı veri kısıtlar altında yapabilirler.Örneğin,karışık kiyasal moneküllerin tasarımına yardım edebilirler.Özellikle bu sistemler moneküler biyolojide ve mikroelektronikte kullanılmaktadır.

Uzman Sistemler herhangi bir olayı planlamada yardımcı olurlar.Bir kimyasal deneyin planını veya askeri bir harekatın planlanması Uzman Sisteme konu olabilir.

Uzman Sistemler gerçekleşen bir olayı olması beklenen durum ile karşılaştırarak izleyebilir.Herhangi bir sapma meydana geldiğinde bunu bildirir.

Bazı Uzman Sistemler kullanıcısı ile tartışarak bir konuyu çözüme ulaştırır.Örneğin,bir hastaya teşhis kondüktan sonra bir doktor ile tartışarak hastalığın tedavisi için bir program ortaya çıkartabilir.

Uzman Sistemler bir hata bulunduğunda bunun nasıl giderileceğini bildirebilir.Bu sistemler hatayı saptayan başka bir Uzman Sistem ile birlikte çalışır.

Eğitim Uzman Sistemleri öğrencileri çeşitli konularda iyi bir eğitimden geçirerek onları en kısa zamanda uzmanlaştırır.Bu sistemler öğrenciyle tartışarak onlara karşılaştıkları sorunları nasıl çözeceklerini öğretir.Öğrenciler yanlış yaptıklarında onları düzeltir.

Uzman Sistemler kontrol amacıyla da kullanılır.Bu sistemler izleyici Uzman Sistemlerle takviye edilir.İzleyici sistemden gelen verilerle olayın beklenen yönde seyir etmesi için gereken şartları karşılaştırıp gereken düzeltmeleri yapar.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uygulama Alanları

Uygulamada ilk Uzman Sistem 1965'lerde Stanford Üniversitesinde yapılan DENDRAL'dir.DENDRAL organik maddelerin moneküler yapısının belirlenmesinde kullanıcıya yardım eder.1970'lerde Carnegie Melon Üniversitesinde XCON Uzman Sistemi geliştirildi.XCON,bilgisayar sistemlerindeki hataların saptanmasına yardım etmekteydi.Daha sonraları her alanda Uzman Sistemler geliştirilmiştir.1985'lerde Uzman Sistemlerin çalıştığı alanlar şunlardır,Tarım,Kimya,Tıp, Bilgisayar,Elektronik,Mühendislik,Jeoloji,Hukuk,İmalat,Matematik,Meteoroloji,Askerlik,Fizik ve Uzay teknolojisidir. Bu uygulama alanlarından başlıcalarında geliştirilen ve başarılı olan bazı Uzman Sistemleri inceleyip,özellikleri anlatılacaktır.

Kimya alanında geliştirilen Uzman Sistemler: CRYSALIS,yorum amacıyla kurulmuş bir Uzman Sistemdir.Proteinlerin elektron yoğunluk haritasından yararlanarak üç boyutlu yapısını saptar.CLONER,tasarım ve planlama amacıyla kurulmuş bir Uzman Sistemdir.Moneküler biyolojistlere yeni moneküllerin tasarımında ve yaratılmasında yardımcı olur. SECS,aynı amaçla kurulmuş ve kimyacıya kompleks organik moneküller sentez etmede yardım eder.SPEX,moneküler biyolojide bilim adamlarına karışık laboratuvar deneylerinin planlanmasında yardım eder.SYNCHEM2,hiçbir insan yardımı olmaksızın karışık organik moneküller analiz edip yapısını belirler.

Bilgisayar alanında geliştirilen Uzman Sistemler: PTRANS,DEC bilgisayarlarının üretimini ve dağıtımını yönetir.DART,bilgisayar donanımında meydana gelen arızaları saptar.VES/MVS,MVS işletim sisteminin kontrolünü yapar.TIMM /Tuner,VAX/VMS bilgisayarlarının ayarlanmasını yapar.

Elektronik alanında geliştirilen Uzman Sistemler: ACE,telefon şebekesindeki hataların bulunmasına yardımcı olmak için geliştirilmiştir.NDS,Ülke çapındaki haberleşme ağındaki arızaların saptanmasına yardımcı olan bir Uzman

Sistemdir.EURISKO,mikroelektronik aletlerin üç boyutlu tasarımına yardım etmektedir.CADHELP,dijital devre tasarımlarındaki hataların bulunmasını öğreten bir Uzman Sistemdir.

Mühendislik alanında geliştirilen Uzman Sistemler: REACTOR,nükleer reaktörlerde kazaların saptanmasında ve gerekli önlemlerin alınmasında operatörlere yardımcı olan bir Uzman Sistemdir.DELTA,lokomotiflerde arızaların saptanmasında ve tamirinde yardımcı olur.

Jeoloji alanında geliştirilen Uzman Sistemler: LITHO,jeologlara petrol kuyularıyla ilgili analizleri yaparak yardım eder.MUD,delme operasyonlarında kullanılan sıvılarla ilgili aksaklıkları yakalar ve giderilme yolunu önerir.PROSPECTOR,bir bölgenin mineral potansiyelinin belirlenmesinde jeologlara yardım eder.

Tıp alanında geliştirilen Uzman Sistemler: Tıp alanı Uzman Sistemlerin en çok geliştirildiği ve kullanıldığı alanlardan birisidir.PUFF,akciğer hastalıklarının teşhisinde yardımcı olur.VM,yoğun bakındaki hastaların durumunu izler.CADUCEOUS,dahili hastalıkların teşhisinde yardımcı olur.BLUE BOX,ruhsal depresyon durumunda tedavi yöntemleri öneren bir Uzman Sistemdir.MYCIN,bakteriyel hastalıklarda teşhis ve tedavi için geliştirilmiştir.ONCOCIN, kemoterapi tedavisi yapılmakta olan hastaların tedavisini planlar ve yönetir.ATTENDING,anestezi yönetimini öğreten bir Uzman Sistemdir.

Askerlik alanında geliştirilen Uzman Sistemler: ADEPT,istihbarat raporlarını değerlendirip durum değerlendirmesi yapar.ASTA,radar sinyallerini değerlendirip radar sistemlerinin tiplerini belirler.HANNIBAL,radyo haberleşmesini analiz ederek durum değerlendirmesi yapar.HASP/SIAP, sonar verilerini analiz edip okyönustaki gemilerin tiplerini belirler.RTC,radar verilerini analiz edip gemileri sınıflandırır.KNOBS,taktik hava kumandanlığında ve kontrol merkezlerinde görev planlamasına yardım eder.

Günümüzde kullanılan Uzman Sistemler ve bu sistemlerin özellikleri hakkında daha geniş bilgi bir çok kitab ve makalede anlatılmıştır.[1] [2] [4] [6] [10]

Sonuç

Uzman Sistemler hızla gelişen ve yaygınlaşan bilgisayarların kullanımında büyük bir değişiklik yaratmıştır. Şimdiye kadar bilgisayarları kullanabilmek için oldukça yüksek bilgi seviyesi gerekirken artık çok az bir bilgi seviyesine sahip olanlar da bilgisayarları etkin olarak kullanabilmektedir.

Uzman Sistemlerin ikinci ve en önemli özelliği bilimin ve tekniğin kullanımının kolaylaştırılması ve yaygınlaştırılmasıdır. Bilim ve teknik, ortaya çıkardıkları sonuçları ve yenilikleri kullanıcıların takip edemiyeceği bir hızla gelişmektedir. Genellikle bilim çevrelerinde geliştirilen teknikler kullanıcılar tarafından epey bir süre sonra kullanılmaya başlanıyor veya zorluğu, iyi ve doğru kavranılamaması yüzünden yanlış kullanılıyor. Uzman Sistemler sayesinde kullanıcılar en ileri teknikleri ne kadar karışık veya zor olursa olsun kolaylıkla ve büyük bir doğrulukla kullanılabilmektedir.

Uzman Sistemler bilimin getirdiği olanakların bütün dünyada rahatlıkla kullanılabilmesini sağlayıp yaşam seviyesini yükseltecektir. Zamanımızda bilginin üretimi ve kullanımı gelişmiş ülkelerin elindeyken gelişmekte olan ülkeler de bilgiyi kullanabilecektir. Uzman Sistemler dünyanın teknoloji çağından bilgi çağına geçmesini sağlayacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kaynaklar

1-Andriole,S.J. ed.,Applications in Artificial Intelligence,Petrocelli Book Inc.,Princeton,N.J.,1984.

2-Barr,A.,P. Cohen and E.A. Feigenbaum ed.,The Handbook of Artificial Intelligence,Vol II,Addison Wesley Publishing Company Reading,Massachusetts,1982.

3-Clancey,W.J.,The Epistemology of a Rule-Based Expert System-a Framework for Explanation,Artificial Intelligence,Vol 20,215-251,1983.

4-Davis,R., and D.B. Lenat,Knowledge Based Systems in Artificial Intelligence,McGraw-Hill International Book Company,1982.

5-Feigenbaum,E.A. and P. McCorduck,The Fifth Generation,Addison-Wesley Publishing Company,1983.

6-Gevater,W.B.,Expert Systems:Limited But Powerful, IEEE Spectrum,39-45,August 1983.

7-Lim,E.,Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations,Journal of Systems Management,18-21,July 1986.

8-Michie,D.,Expert Systems,The Computer Journal,Vol 23,No 4,369-376,1980.

9-Tomeski,A.E. and M. Klahr,How Artificial Intelligence has Developed?,Journal of Systems Management, 6-10,May 1986.

10-Winston,P.H. and K.A. Prendergast ed.,The AI Business:Commercial Uses of Artifical Intelligence, MIT Press,Cambridge,Massachusetes,1984.

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987
ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİNDE YÜKLEME PROBLEMİ

Yrd.Doç.Dr. M. Bülent DURMUŞOĞLU
ve
End.Müh. Hürol HEKİMBAŞI

Yıldız Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Bu bildiride gelecekte insan katılımsız ürün elde etmede anahtar ve yegâne çare olan Esnek İmalat Sistemlerinde, makina yükleme problemi ele alınmıştır. Yükleme problemine geçmeden önce, esnek imalat sistemi yapısal açıdan tanıtılmış, esneklik kavramı üzerinde durulmuş ve sistemle ilgili problemler toplu halde sergilenmiştir. Yükleme problemi, öncelikle 0-1 lineer olmayen karma tam sayı programlama şeklinde tanıtılmıştır. Bu noktadan sonra, dinamik ve rassal bir ortamda çeşitli yükleme politikalarını ve her politikada da çeşitli işi başlatma kurallarını ele alan bir simülasyon çalışması, Q-GERT Analiz Programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu politikalar yükleme amaçları ile sistem performansı yönünde incelenip karşılaştırılmış ve ileride yapılması gereken çalışmalara gerekli zemin hazırlanmıştır.

1. ESNEK İMALAT SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Tipik bir Esnek İmalat Sistemi (EİS), tüm olarak merkezi bir bilgisayar kontrolu altında, otomatikleştirilmiş bir malzeme taşıma sistemi tarafından birleştirilmiş çok çeşitli iş yapabilen Nümerik Kontrollu (NC) tezgahların oluşturduğu hücrelerdir. Esnek imalat kavramında esas hedef, otomatik kütle üretimindeki verimlilik ve makina kullanım

(zaman verimi) düzeylerine erişmeye çalışırken, klasik atölye tipi üretime has esnekliği de korumaktır.

Tarihsel açıdan EİS'ler, 1960'lı yılların sonunda ortaya çıkmış, 1970'li yılların ikinci yarısında gelişme sürecine girmiş ve 1980'li yılların başından günümüze iyileşme aşamasına girmiştir /1/.

İlk aşama sürecinde sistemlerin özellikleri, doğrudan nümerik kontrolun kullanılmış olması, trafik ve enformasyon yönetimi için dual bilgisayarların devreye girmesi idi. Gelişme aşamasında programlanabilir kontrol üniteleri dual bilgisayarlarla bütünleşerek onları güncelleştirmeye başladı. Bu iki aşamada öncelikle donanım, malzeme taşıma yöntemleri ile takım ve tertibata önem verildi. Son aşamada ise, kontrol sistemlerinin ve yazılım paketlerinin geliştirilmesi önem kazanmıştır. EİS'ler sayısal açıdan da büyük bir gelişme içindedirler. 1982'de sayıları 100'den az olan bu sistemlerin 2000 yılına kadar 5000'e ulaşması beklenmektedir /1/.

Yapısal Açıdan EİS

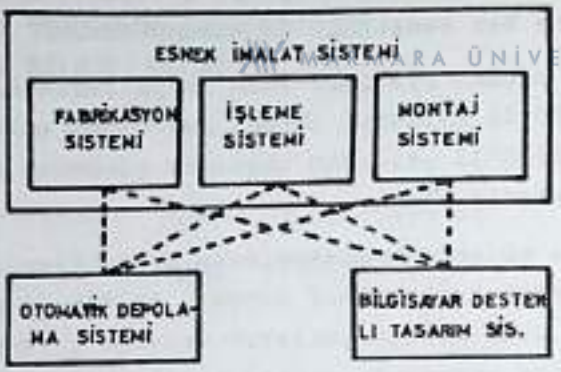
Geniş anlamda EİS üç altsistemden ibarettir: fabrikasyon, işleme ve montaj /4/. Bu altsistemlerin herbiri, otomatik depolama ve bir bilgisayar destekli tasarım sistemi ile yüksek oranda bütünleştirilebilir (Şekil 1.). EİS ile otomatik depolama sistemi arasındaki bütünleştirme, sık sık bir malzeme taşıma sistemi (örneğin bir otomatik kılavuzlu araç sistemi) ve bir bilgisayar sistemi ile olur. Bilgisayar destekli tasarım sistemi, kuvvetli bir tasarım ve imalat hattı yardımıyla EİS ile bütünleşir.

Fabrikasyon, işleme ve montaj ile bütünleşik otomatik depolama ve bilgisayar destekli tasarım sistemlerine, EİS kavramının uygulanması, bu kavramın tüm avantajlarını sergiler. Ancak bugüne kadar henüz fabrikasyon ile montaj sistemleri bütünleşme yönünden ele alınmamıştır.

EİS'de Esneklik

Esneklik EİS'in temel bir özelliğidir. Burada tüm EİS'in esneklik ölçüsünü düşünmek uygun olacaktır. Böyle bir ölçüyü ortaya çıkarmak için dört çeşit esneklik tanımlanır :

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 1. İlgili sistemlerle EİS'in bütünleştirilmesi.

(1) EİS tarafından işlenebilen parçaların sayısı ile ölçülen EİS esnekliği.
(2) Farklı rotalarda farklı parçaları ele alma yeteneği ile ilgili malzeme taşıma sistemi esnekliği.
(3) Değişen fonksiyonlara uyarlanması ile ölçülen bilgisayar sistemi esnekliği.
(4) Organizasyonel esneklik.
   (a) EİS'in işleyebildiği parça karması ile ilgili iş esnekliği.
   (b) Verilen bir işin işlenebildiği farklı rota sayıları tarafından ölçülen çizelgeleme esnekliği.
   (c) Halihazırdaki üretim programı içinde, bilinen üretim görevleri arasındaki değiştirme maliyetleri tarafından ölçülen kısa dönem esnekliği.
   (d) Üretim programındaki değişiklikler nedeniyle yeni üretim görevlerinin, hazırlık maliyetleri tarafından ölçülen uzun dönem esneklikleri.

Sistem esneklik ölçüsü, bu dört çeşit esneklikle ilgili ölçümlerin bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir, fakat bu ölçünün miktarını belirlemek için, araştırma gereklidir.

2. EİS İLE İLGİLİ PROBLEMLERE GENEL BİR BAKIŞ

EİS'de iki grup problem, özellikle önemlidir :
(a) Tasarım
(b) İşletim

İlk grup tüm EİS elemanlarının optimal seçimi, ikincisi ise, bu elemanların optimal kullanımı ile ilgilidir.

Bir EİS'in tasarımında şu sorunların çözüme ulaşması gerekir :

(1) Organizasyonel problemler, yani imal edilecek parça ailelerinin seçimi. Çünkü halihazırdaki EİS teknolojisi esnek imalat için tasarlanmış parçaların biçimlerini kısıtlamaktadır.
(2) EİS üretim sisteminin seçilmesi.
(3) Malzeme taşıma sisteminin seçilmesi.
(4) Takım-tertibat ve paletlerin seçilmesi.
(5) Uygun bilgisayar sisteminin seçilmesi.
(6) Yukarıda sözü edilen sistemlerin düzenlenmesi ve bütünleştirilmesi.

EİS, yüksek bir yatırım maliyetine sahip olduğundan, bu yatırımın kısa bir sürede geri dönüşünü sağlamak üzere, sistemin etkin ve yüksek oranda kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla aşağıda belirtilen işletim problemlerinin tatmin edici bir düzeyde çözülmesi şarttır :

(1) Planlama : EİS'de, tahmin yapma ile orta ve uzun dönemli planlamalar klasik durumlara göre çok farklıdır. Tahmin yapma, EİS'in esnekliği nedeniyle öneminden oldukça kaybetmiştir. Orta ve uzun dönemli planlamalar ise EİS'de de çok önemlidir. Ancak, bu planlamalarla ilgili ölçüt ve kısıtlar değişmektedir. Klasik sistemlerde, kesme hızı, ilerleme değeri gibi üretim parametrelerinin belirlenmesi, fazla mesai veya işçi sayısı gibi diğer parametreler yanında ihmal edilebilmekteydi. Ancak EİS'deki yüksek derecedeki otomasyon nedeniyle kesme hızı, ilerleme değeri gibi üretim parametrelerinin de, planlamada karar değişkeni olarak göz önüne alınması gerekmektedir.

(2) Gruplama : Genel olarak gruplama problemi Grup Teknolojisi yaklaşımını esas alan çeşitli algoritmalar /3/ yardımıyla çözülebilmektedir.

(3) Yükleme ve sıralama : EİS'in esnekliği nedeniyle yükleme ve sıralama problemleri de yeni boyutlar kazanmaktadır.

Bu bildiri, yükleme ve bununla bütünleşik sıralama problemi üzerinde yoğunlaşmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. EİS'DE YÜKLEME PROBLEMİ

Yükleme basitce operasyonların makinelere tahsisidir. Geleneksel sipariş tipi atölyelerde, bir makina sadece bir operasyona tahsis edilir. EİS'de böyle bir tahsis, sistem performansını düşürür. Çünkü esneklik avantaja kullanılmamış olur (üretim çizelgeleme esnekliği). Ancak her operasyonun birden fazla makinaya tahsis edilebilmesi, problemi karmaşık hale sokmaktadır.

EİS'de yükleme amaçları olarak şunlar belirtilebilir/7/:

(1) Atanan makina işlem sürelerini dengelemek,
(2) Makinalar arası hareketi minimize etmek veya makinalardaki ardışık hareketleri maksimize etmek,
(3) Gruplanmış eşit kapasitelerdeki makinaların işyükünü dengelemek,
(4) Gruplanmış farklı kapasitelerdeki makinaların işyüklerini dengelememek,
(5) Takım magazinlerini mümkün mertebe yoğun kullanmak,
(6) Operasyon önceliklerinin toplamını maksimize etmek.

Bazı durumlarda, amaçlardan bazıları birbirine zıt olurken, diğerleri eşdeğer olarak gerçekleştirilebilir. Yüklemenin ardından iş sıralamanın da sistem performansı üzerine etkisi büyüktür. Sistemde pahalı NC tezgahlarının bulunması, makina aylak sürelerini, sistem performansı ölçüsü ile ilgili en önemli maliyet elemanı yapmaktadır. EİS'deki yüklemenin toplam aylak süreleri düşürmeye imkan verecek olan iş sıralama için bir yol açması gerekmektedir. EİS'in esneklik yapısı dolayısıyla, eğer her makinaya oldukça dengeli bir işyükü tahsis edilmişse, sistemde makina aylak sürelerinin düşmesi doğal bir sonuç olacaktır.

EİS'den ek olarak mümkün olduğu kadar işlerin teslim tarihlerini karşılaması istenir. Bu amaç, herzaman işyükü dengeleme amacıyla uyuşmayabilir.

Yükleme problemi geçmişte fazla ele alınmayan bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Sipariş tipi imalat sistemlerinde Gantt şemalarıyla başlayan yükleme sorunu, denge-

li yükleme amacına uygun olarak ilk kez Irestorza ve Deane/2/ tarafından ele alınmıştır. Ancak bu kişilerin çalışmalarında, EİS'de olduğu gibi bir işe ait alternatif roteler (çizelgeleme esnekliği) değil, tek bir rota söz konusu idi. Buradaki yüklemede, gruplanmış işler arasından, çeşitli kısıtlar altında dengeli işyükünü sağlamak üzere bir kısım işin seçilip atölyeye verilmesi, diğerlerinin diğer çizelge periyoduna taşınması durumu vardı. EİS'de yükleme problemi ile ilgili ilk en önemli çalışma, Stecke ve Solberg /8/ tarafından bir simülasyon çalışması şeklinde sunulmuştur. EİS yükleme problemi için ilk matematik formülasyon ise, yine Stecke /7/ tarafından verilmiştir. Gruplama ve yükleme, 0-1 lineer olmayan karma tam sayı programlama şeklinde formüle edilmiştir. Hesaplama kolaylığını sağlamak üzere, ayrıca çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilmiştir.

Yükleme Probleminin Matematik Programlama Formülasyonu

İşyükü dengesi kavramı doğrudan bir zaman uzunluğu boyunca işyükünün değişkenliği ile ilgilidir. Bu değişkenliğin hesaplanmasını kolaylaştırmak ve bazı gerçek problemlere yaklaştırmak için, planlama uzunluğu, çizelgeleme periyotlarına bölünür (örneğin 1 gün veya 8 saat).

EİS'in n makineye sahip olduğunu düşünelim. Her makine bilinen bir takım kanal kapasitesinde bir takım magazinine sahiptir. İşler rassal bir sırada gelmektedir. Verilen bir çizelgeleme periyodunda, yüklenmek üzere m işin bulunduğu kabul edilmektedir. Her iş için, işlem süresi, takım kanal ihtiyacı ve işlerin teslim tarihleri kesinlikle bilinmektedir. Bu şartlar altında, aşağıdaki notasyonlar için, matematik formülasyona ait kısıtlar yazılabilir :

Notasyonlar :

İndisler : i, iş ; k, operasyon ; j, makina.

Parametreler :

H : çizelgeleme periyodu uzunluğu.

P_{ikj} : j.makinadaki, i.işin, k.operasyonunun işlem süresi.

y_i : i.iş için gerekli operasyon sayısı.

B(i,k) : i.işin k.operasyonunu gerçekleştiren makinalar kümesi.

s_{ikj} : j.makinedeki, i.işin, k.operasyonunu işlemek için gerekli takım kanal sayısı.

t_j : makine j'nin takım kanalı kapasitesi.

w_{di} : teslim tarihini karşılamak için i.işin bağıl ağırlığı (yüksek bir değer yüksek öncelik gösterir).

w_{oj} : j.makinedeki fazla işyükünün bağıl ağırlığı (yüksek bir değer daha düşük işyükünü gösterir)

w_{uj} : j.makinedeki düşük işyükünün bağıl ağırlığı (daha yüksek bir değer daha düşük işyükünü gösterir).

O_j : makine j'deki fazla işyükü.

U_j : makine j'deki düşük işyükü.

D : 2H'den daha az geri kalan süreli bir işin seçimi için küçük değerli parametre.

Ara değişken :

R_i : çizelgeleme süresinde i.işin geri kalan süresi.

Karar değişkenleri :

$$x_i = \begin{cases} 1 \text{ eğer iş seçilirse.} \\ 0 \text{ seçilmezse.} \end{cases}$$

$$x_{ikj} = \begin{cases} 1 \text{ eğer i.işin k.operasyonu makine j'ye atanmışsa.} \\ 0 \text{ olmadığı takdirde.} \end{cases}$$

Kısıtlar :

(a) Takım Kanalı Kısıtı

Bir tezgahın takım magazinindeki takımlara atanan operasyonların gerektireceği toplam kanal sayısı ile ilgili takım magazini kapasite kısıtı, basitce şöyle yazılabilir :

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{n_i} s_{ikj} \cdot x_{ikj} \leq t_j \qquad j = 1,2,\ldots,n \qquad (1)$$

Bu kısıt, farklı operasyonların aynı takımları gerektirebilmesi nedeniyle karmaşık hale gelebilir. İki veya daha fazla operasyon aynı takımı gerektirirse ve sadece bir makinada bir anda bir takım kullanılabildiğinden, aynı makinaya birden daha fazla aynı takımı atamak gereksizdir. Diğer bir karmaşıklık, takım magazinindeki takımların fiziksel yerleşmelerine bağlı olarak bloke edilen gerçek kanal sayıları yüzünden ortaya çıkabilir. Her takımın boyutu, başlangıçta magazinde bloke ettiği kanalların sayısı tarafından ölçülür.

Fakat aresıra mümkün takım konumlarından yer tasarrufu da olabilir. Örneğin bir kanala yerleştirilen bir takımın, her iki yanındaki komşu kanalların merkezini (veya biraz daha azını) kapsadığını düşünelim. Böylece bu takım üç kanalı bloke eder, fakat böyle iki takım yan yana yerleştirildiği zaman, altı kanal yerine sadece beş kanal bloke edilir. Takım kanalları kısıtındaki bu durumlar, modeli lineer olmayan tam sayı programlamaya dönüştürür. Bunun çözümü ise, direkt olarak veya lineer olmayan bu takım kısıtını lineer hale getirme yöntemleriyle gerçekleştirilir /6,7/.

(b) Tek İş Rotası Kısıtı

Sistem işyükünü dengeleme amacı için, her işin rotalarının tek tutulması gerekmektedir. Başka bir deyişle,

$$\sum_{G \in B(i,k)} x_{ikG} \leq 1 \qquad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,m \\ k = 1,2,\ldots,y_i \end{matrix} \qquad (2)$$

dir.

(c) İşin Bölünemezliği Kısıtı

Bir iş bölünemediğinden, bu işin operasyon atamaları, gerekli toplam operasyonlara eşit olmalıdır, başka bir deyişle,

$$\sum_{k=1}^{y_i} \sum_{j=1}^{n} x_{ikj} = x_i \, y_i \quad , \qquad i = 1,2,\ldots,m \; . \qquad (3)$$

dir.

(d) Makina Kapasitesi

Bu kısıt, her makinadaki fazla işyükü veya düşük işyükü sapmalarının ölçülmesi amacı için oluşturulmuştur.

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{k=1}^{y_i} p_{ikj} \, x_{ikj} + U_j - O_j = H$$

$$U_j \geq 0 \; , \; O_j \geq 0 \; , \quad j = 1,2,\ldots,n \qquad (4)$$

Açık olarak $U_j . O_j = 0$

Bu kısıt problemi, 0-1 karma tam sayı programlama problemine dönüştürür.

(e) Karar Değişkenleri :

$$x_i = 0 \text{ veya } 1$$

$$x_{ikj} = 0 \text{ veya } 1, \quad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,m, \quad j = 1,2,\ldots,n \; , \\ k = 1,2,\ldots,y_i \end{matrix} \qquad (5)$$

Amaç Fonksiyonları :

(a) İşyükünü Dengeleme

İşyükünü dengeleme, makina kapasitesinden her makinaya atanan toplam işlem süresinin ağırlıklı dengesizliğini minimize etmeye eşdeğer olduğundan, amaç fonksiyonu şöyle ifadelendirilir :

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{j=1}^{n} w_{oj} \cdot O_j + \sum_{j=1}^{n} w_{uj} \cdot U_j \qquad (6)$$

(b) İşyükünü Dengeleme ve Geçiken İşlerin Sayısını Minimize Etme

İşyükünü dengelemenin ve geçiken işlerin sayısını minimize etmenin amaçlarını kapsayan formülasyon şöyle ifadelendirilir /6/ :

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{j=1}^{n} w_{oj} \cdot O_j + \sum_{j=1}^{n} w_{uj} \cdot U_j - \sum_{i=1}^{m} \frac{w_{di} \cdot x_i}{\text{maks}(D, R_i - 2H)} \qquad (7)$$

EİS'de Simülasyon Çalışması

EİS'deki çizelgeleme problemi, işlerin makinelere tahsisi ve tahsis edilmiş işlerin sıralanmasını içerir. Bu yüzden yükleme problemi, sıralama ile ilişkili bir çalışmayı gerektirir. Yükleme ve sıralama ile beraberce çalışan bir bütün çizelgeleme problemi için, metematiksel bir modelin çok karmaşık olacağı tahmin edilmektedir /6/. Bu yüzden simülasyon çalışması bu karmaşık problem için uygun bir araç olmaktadır. Bunlarla ilgili EİS'ler için önceden yapılmış birkeç çalışmadan bahsedilebilir /6,8/. Bildiride bu amaç için birkeç edım atılmak istenmektedir.

Simülasyon Çalışması İçin Ele Alınan EİS'in Özellikleri

Dünyada çeşitli EİS örnekleri dikkate alınırsa, EİS'de en çok rastlanılan işleme merkezi veya makina sayısının 5 olduğu anlaşılmaktadır /6/. Shanker ve Tzen /6/ bunu göz önüne alarak kendi simülasyon çalışmalarında işleme merkezi sayısını 4 olarak almışlardır. Bu nedenle bu çalışmada da işleme merkezi sayısı 4 alınmış ve her işleme merkezinde de bir makina olduğu varsayılmıştır. İşlerin sisteme gelişler arası süre ortalaması 60 dakika olan üstel dağılıma uygun olarak geldikleri kabul edilmiştir. İşlerin her operasyonu, iki aday makinadan herhangibirinde gerçekleşebilir. İşlere

ait operasyonların yaklaşık %60'ı A veya B, %40'ı ise, C veya D makinalarını gerektirmektedir. Böylece işlere ait alternatif rotalar oluşmaktadır. İşlere ait operasyon sayısı, bir ile üç arasında düzgün dağıldığı varsayılmıştır. İşlerin, parti miktarlarının da göz önüne alınması ile bir operasyonunun süresi, 50-420 dakika arasında değişebileceği kabul edilmiştir. Takım magazin kısıtları çalışmada göz ardı edilmiştir. Çizelgeleme periyodu olarak günlük bir vardiya çalışma saati olan 8 saat (480 dak.) alınmıştır. Böyle bir sistemin simülasyon modeli, Q-GERT Şebeke Modeli (Pritsker 1979) /5/ şeklinde, aşağıdaki yükleme ve sıralama politikalarının denenmesi için kurulmuştur :

Politika 1 İşleri geliş sırasına göre operasyonuna ait makinalardan birine rassal olarak yüklemek. Bu yükleme politikası, işin işlenebildiği farklı rotalardan amaca uygun yararlanılmadığı bir politika olarak düşünülebilir.

Politika 2 İşleri geliş sırasına göre, operasyonu için gidebileceği en az kuyruğa sahip olan makinaya yüklemek. Burada kısmen de olsa bir işyükü dengesi düşünülmektedir.

Politika 3 İşlerin geliş sırasını göz ardı etmeden, o zamana kadar en fazla geri kalan kapasitesi olan veya kullanımı en az olan makinaya yükleme yapmak.

Yükleme ile birlikte aşağıdaki işi başlatma kurelleri, işlerin sıralanmasında dikkate alınmıştır :

(a) İlk gelen ilk servis görür veya kısaca ilk gelen önce (İGÖ).
(b) Son gelen ilk servis görür veya kısaca son gelen önce (SGÖ).
(c) En kısa işlem süreli işe öncelik (ENKIS).
(d) En fazla operasyonu kalan işe öncelik (ENOP)

Herbir politika ve işi başlatma kuralı için ayrı ayrı kurulan Q-GERT simülasyon modeli, IBM 4331 Bilgisayarında 480 dakikalık 40 bağımsız koşum için çalıştırılmıştır. Koşum sayısının merkezi limit teoremini dikkate alarak büyük seçilmesinin nedeni, politikalar arasındaki rassallıktan doğan sapmaları azaltarak karşılaştırma imkanını sağlamaktır. 480 dakikalık koşum sonunda, sisteme giren, fakat beklediği için

hiçbir operasyonu gerçekleşmemiş işler, ayrıca belirlenmektedir. Bu işleri sisteme o gün gelen, fakat makinelere yüklenemeyen işler olarak da düşünebiliriz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kurulan Q-GERT Simülasyon modellerine bir örnek olarak politika 1 için, İGÖ işi başlatma kurelına göre düzenlenmiş şekil 2.'deki şebeke verilebilir. Şekildeki 1 nolu düğüm (düğüm noları düğümde en sağdaki gözde belirtilmektedir) 480 dakika boyunca, üstel dağılıma uygun olarak işleri türetmektedir. 3, 4 ve 5 düğümlerinden geçen işler, bu düğümde atanan özelliklere göre bir, iki veya üç operasyonlu işler olmaktadır. 11, 12, 13 ve 14 nolu düğümler makina önündeki kuyrukları temsil etmektedir. Kuyruğun önünden çıkan oklar üzerinde, makinanın işleme faaliyetleri gösterilmektedir. 16, 17 ve 18 nolu düğümler yardımıyla 480 dakikalık koşumun sonunda sisteme hiç girmeyen işler belirlenir. 20, 21 ve 22 düğümleri yardımıyla da operasyonları tamamlanmamış işler tekrar makinalara geri döndürülmek üzere 7. düğüme rotalandırılır. Tamamlanmış işler ise, 23.düğümden sistemi terketmektedir.

Simülasyon sonuçları iki tablo halinde toplanmıştır. Tablo 1'de sisteme giren işler ile ilgili istatistikler görülmektedir. 480 dakikalık 40 bağımsız koşum sonunda sistemi terkeden (23.düğümden çıkan) işlerin ortalama akış süreleri, koşum sonlarında işlenmemiş birçok işin bulunması nedeniyle tam bir performans ölçüsü olamamaktadır. Ancak ayrı koşumlar, 480 dakika içinde gelen işlerin tümünü 18. ve 23. düğümden çıkana kadar gerçekleştirilirse, bir işin ortalama akış süreleri yeniden elde edilebilir. Bu durumda 480 dakika içinde ortalama iş akış süreleri İGÖ kuralı hariç, diğer politikalara nazaran daha düşük olan politika 3, söz konusu ayrı koşumler sonunda dezavantajlı duruma girmektedir. Bunun nedeni tablo 2'de görüldüğü gibi, politika 3'ün gerek ortalama makina kullanımı ve gerekse kuyruklarda oluşturduğu ortalama iş sayılarının yüksek olmasına bağlanabilir. Ortalama makina kullanımı yükleme politikaları ile önemli oranlarda değişmektedir. Ancak işi başlatma kurallarının etkisi, yükleme politikalarına nazaran daha düşük olmaktadır.

Politika 2'de SGÖ kuralının da çeşitli istatistiki de-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Şekil 2. Politika 1 ve İGÖ kuralı için Q-GERT Şebekesi.

Tablo 1. İşin sisteme gelişi ve terkedişi ile ilgili sonuçlar (40 bağımsız koşum sonucu,dak.olarak)

		ORTALAMA GELİŞLER ARASI SÜRE	BİR İŞİN [1] ORTALAMA AKIŞ SÜRESİ	BİR İŞİN [2] ORTALAMA AKIŞ SÜRESİ
Politika 1	İGÖ	59.7	323	779
	SGÖ	58.4	396	730
	ENKIS	53.5	321	686
	ENOP	56.8	298	763
Politika 2	İGÖ	58.6	323	724
	SGÖ	57.6	300	639
	ENKIS	57.8	295	663
	ENOP	59.0	315	751
Politika 3	İGÖ	54.4	331	975
	SGÖ	61.4	274	748
	ENKIS	54.1	224	856
	ENOP	53.2	259	997

[1] 480 dakika sonunda sistemi terkeden işler için.

[2] 480 dakika içinde giren işlerin tümünün sistemi terketmesi sonucu.

ğerler yönünden iyi sonuçlar vermesi dikkati çekmektedir.

Politika 3'ün ESS'de yüksek makina kullanım oranı şartını mükemmel bir şekilde sağlamasına karşın, ortalama iş akış sürelerini uzatması, başka bir deyişle, teslim geçikmelerine neden olması ihtimalini artırması yönleriyle dezavantajlı olmaktadır.

Dengeli yükleme açısından ise, politika 3, diğer politikalara nazaran O_j'ler yönünden büyük, U_j'ler yönünden ise küçük değerler vermektedir.

Bu çalışmada ele alınan politikalarda, gelen işler geliş sırelerine göre sisteme sokulmuştur. Ancak gelen işlerin

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 2. Kuyruktaki ortalama iş sayısı ile bekleme süresi ve ortalama makina kullanımı (40 bağımsız koşum sonucu, dak. ve adet olarak)

		ORTALAMA[1] İŞ SAYISI	EN BÜYÜK[2] ORTALAMA İŞ SAYISI	ORTALAMA[3] BEKLEME SÜRESİ	EN BÜYÜK[2] İŞ SAYISI	ORTALAMA MAKİNA KULLANIMI
Politika 1	İGÖ	0.44	2.41	60	7	0.62
	SGÖ	0.60	2.49	88	5	0.68
	ENKIS	0.56	2.50	69	7	0.67
	ENOP	0.48	2.65	65	7	0.64
Politika 2	İGÖ	0.42	1.87	59	5	0.73
	SGÖ	0.42	1.88	61	4	0.71
	ENKIS	0.57	1.78	56	5	0.72
	ENOP	0.44	1.74	65	4	0.71
Politika 3	İGÖ	1.71	5.88	69	10	0.91
	SGÖ	1.57	4.28	66	7	0.90
	ENKIS	1.42	4.51	46	9	0.91
	ENOP	2.23	6.75	92	10	0.92

1 Kuyruklarda 40 koşum sonucu.

2 Kuyruklarda bir koşum sonucu.

3 Bir işin 40 koşum sonucu.

bazıları, sisteme diğer bir çizelgeleme periyodunda sokulmak üzere saklanabilir. Şüphesiz ki bu son durum, gerek yükleme amaçları ve gerekse sistem performansı yönünden araştırılmalıdır. Matematiksel modellerin yetersiz kaldığı dinamik ve rassal ortamlarda böyle bir durumu ele alan sezgisel yöntemlerin geliştirilmesi ve bu yöntemlerin simülasyon çalışmaları ile denenmeleri gerekmektedir. Shanker ve Tzen, bu yönde ilk adımı atmışlardır /6/. Bu nedenle bu yönde çalışmaları ileride çeşitli araştırmalar beklemektedir.

EİS hariçinde çizelgeleme esnekliği olan sipariş tipi atölyelerde de yükleme probleminin, sözü edilen yaklaşım-

lara benzer çalışmalarla çözülebileceği, burada ayrıca vurgulanmalıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

4. SONUÇLAR

EİS'de yükleme problemi, 0-1 lineer olmayan karma tam sayı programlama modeli yardımıyla optimum olarak çözülebilmektedir. Ancak modelleme aşamasında, gerek dinamik ve rassal durumun ve gerekse işi başlatma kurallerinin düşünülmemesi, problemin simülasyon çalışmaları ile bütünleştirilmesini gerektirmektedir. Bildiride düşünsel bir EİS'de üç farklı yükleme politikası ve her politikada da dört işi başlatma kuralı için simülasyon çalışması yapılmıştır. Gerek yükleme emeçlerini karşılayan ve gerekse sistem performansını ideal düzeye getiren politika ve işi başlatma kuralına rastlanılmamıştır. Ancak bu aşamadan sonra geliştirilecek olan sezgisel tekniklerle mevcut politikaların karşılaştırılması ve ayrıca matematiksel modellerin desteği ile sistem şartlarına uygun en iyi yükleme politikalarının belirlenmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Huang, P.Y. ve Chen, C., Flexible Manufacturing Systems : An Overview and Bibliography, Prod. and Inv. Management, 27, 3, s. 80-90, 1986.

2. Irastorza, J.C. ve Deane, R.H., A Loading and Balancing Methodology for Job Shop Control, AIIE Transactions, 6, 4, s. 302-307, 1974.

3. King, J.R. ve Nakornchai, V., Machine-Component Group Formation in Group Technology : review and extension, Int. J. Prod. Res., 20, 2, s. 117-133, 1982.

4. Kusiak, A., Flexible Manufacturing Systems : A Structural Approach, Int. J. Prod. Res., 23, 6, s. 1057-1073, 1986.

5. Pritsker, A.A.B., Modelling and Analysis Using Q-GERT Networks, John Wiley & Sons, New York, 1979.

6. Shanker, K. ve Tzen, Y.J., A Loading and Dispatching Problem in a Random Flexible Manufacturing System, Int. J. Prod. Res., 23, 3, s. 579-595, 1985.

7. Stecke, K.E., Formulation and Solution of Nonlineer Integer Production Planning Problems for Flexible Manufacturing Systems, Management Science, 29, 3, s. 273-288, 1982.

8. Stecke, K.E.,ve Solberg, J.J., Loading and Control Policies for a Flexible Manufacturing System, Int. J. Prod. Res., 19, 5, s. 481-490, 1981.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ESNEK IMALAT SISTEMLERINDE GRUPLAMA YONTEM VE TEKNIKLERI

Öğr.Gr.Hasan AFAYDIN
Marmara Üniversitesi
Teknik Eğitim Fakültesi
Makina Bölümü
Haydarpaşa/İSTANBUL

Yrd.Doç.Dr.Nuthet YETİŞ
Marmara Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İngilizce İşletme Bölümü
Fikirtepe-Kadıköy/İSTANBUL

ÖZET

İŞLETMELER DİNAMİK DEĞİŞİMLİ BİR DIŞ ÇEVRE ORTAMINDA FAALİYET GÖSTERİRLER. ÖZELLİKLE REKABETE DAYANAN EKONOMİK FAALİYETLERDE; YENİLİĞE İLERLEMEĞE VE BÜYÜMEĞE STRATEJİK OLARAK AÇIK OLMALIDIRLAR. İMALAT BÖLÜMLERİ DE TALEBE GÖRE MAMUL TİPİNDEKİ DEĞİŞMELERE VE YENİ TEKNOLOJİLERE UYARLANABİLMELİDİR . SAYISAL KONTROLLU (NC) TAKIM TEZGAHLARININ İMALAT ENDÜSTRİSİNDE KULLANILMASI İLE RİJİT YAPILARIN YERİNİ ALAN PROGRAMLANABİLİR SİSTEMLER, "ESNEK IMALAT SİSTEMİ" GİBİ YENİ İMALAT TİPLERİNİ GELİŞTİRMİŞTİR. ÖZELLİKLE KÜÇÜK VE ORTA BÜYÜKLÜKLERDEKİ PARTİLERİN İMALATINDA GRUP TEKNOLOJİSİ PRENSİPLERİNE DAYALI OLAK BU SİSTEMLER İMALAT HAZIRLIK MALİYETİNİ AZALTARAK ÖZDES PARÇA YAPIMINDA ÜSTÜNLÜKLER SAĞLAMAKTADIR.

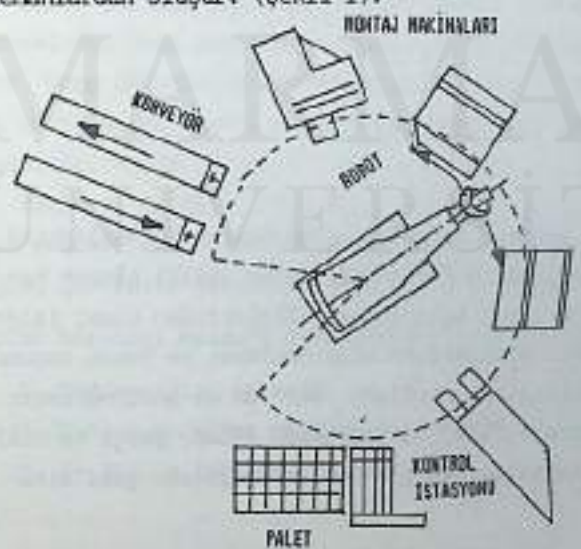
BU BİLDİRİDE ESNEK IMALAT SISTEMLERİNDE KARŞILAŞILAN PARÇA VE MAKİNA GRUPLAMA PROBLEMLERİ İÇİN ; BENZERLİK KATSAYISI TEKNİĞİ, DERECE SIRALAMA VE KÜMELEME METODU İLE Q-ANALİZİ TEKNİĞİ TANITILARAK HER TEKNİĞİN ETKİN OLARAK KULLANILMASI İÇİN TARAFIMIZCA HAZIRLANAN BİLGİSAYAR PROGRAMLARI SUNULMUŞTUR.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

I. GİRİS

Geleneksel imalat sistemlerinde, mamul tasarımı ile parça işleme proğranları genel olarak farklı birimlerce yapılır. Mesela, otomotiv endüstrisinde kullanılan takım tezgahları mekanik yapılı olduklarından rijit sistemler olarak çalışırlar. Bu sistemlerde mamul tipi değişimi veya hat düzenindeki bir akışın işlen sıralarında değişiklik yapma; imalat hazırlık zamanı ile hazırlık maliyetini önemli ölçüde etkiler. Sayısal kontrollü sistemlerin takım tezgahlarına uygulanmasından sonra mekanik yapıların yerini alan proğramlanabilir kontrol birimleri ve elemanları tezgahlara geniş oranda esneklik sağlamıştır. Bu kontrol birimleri arasında merkezi bir kontrol sisteminin kurulması ile de " Esnek İmalat Sistemleri" geliştirilmiştir. (1).

Esnek İmalat Sistemleri (EİS); işlemleri ardışık veya rastgele olarak yapabilen makina merkezi, kontrol birimi, program istasyonu, otomatik taşıyıcı, montaj elemanı ve bağlama elemanı gibi elemanlardan oluşur. (Şekil 1).



ŞEKİL 1 :ESNEK MONTAJ HÜCRESİ
(Kaynak:SEIDMAN.A.Performance evaluation of aflexible manufacturing cell with random multiproduct feedback flow ,1985)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Geleneksel imalat sistemlerinde sık olarak kullanılan yerleştirme tiplerinden; işleme göre yerleştirmede makinalar arası taşımalar artarak makinalar önünde kuyruklar oluşabilir. Makinaların mamul imalat sırasına göre belirli bir hat boyunca dizilmeleriyle oluşan hat tipi düzenlemede ise; sistem tamamen rijit bir yapı oluşturduğundan mamul tipinin değiştirilmesi istenmez. EİS' de ise; mekanik yapılar programlanabilir bir sisten tarafından idare edildiğinden mamul tasarımı ve tasarıma uygun işlem sıraları ve takım yolları kolaylıkla düzenlenebilir veya değiştirilebilir.

EİS' de en küçük imalat birimi "Modüller İmalat Birimi" olup tek bir sayısal kontrollü (NC) takım tezgahından oluşur. İki veya daha fazla modüler birimin bir araya gelmesinden oluşan imalat sistemine " Hücresel İmalat" adı verilir. İmalat hücrelerin merkezi bir bilgisayarın denetiminde mamule göre düzenlenmesiyle kurulan imalat sistemine ise " otomatik fabrika" veya " insansız fabrika" adı verilmektedir. Literatürde ise bütün bu imalat sistemleri genel olarak " Esnek İmalat Sistemleri" biçiminde ifade edilebilirler. (2)

II.EİS'DE GRUPLAMA PROBLEMLERİ

Bir parçanın imalatında parça-işlem-makina üçlü ilişkisi vardır. Partideki parçaların farklılığı işlen çeşidi olarak makina sayısını etkiler. Grup teknolojisi ilkelerinden olan; işlemleri gruplayarak parça ailelerinin oluşturulması ve bunun sonunda makina sayısının azaltılması probleni, EİS' de de görülmektedir. Bir esnek imalat hücresi (EİH) oluştururken işlem, parça ve makina gruplamalarında karşılaşılan problemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

. Gruptaki makina sayılarının tesbiti
. Gruptaki makina tiplerinin yetersizliği

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

. Parça ailelerindeki mamul tipi farklılığı,
. Değişen talebe göre imalat hücrelerinin esnekliği,
. Yeni teknik gelişmelere sistemin adaptasyonu,

Yukarıda sıralanan problemlerden parçaların gruplanması, temel olarak işlemlerin gruplanmasına bağlıdır. İmalat proğramları hazırlanırken parçaların işlem sıraları (rotaları) imalat akışı için önemli olmaktadır. Bu nedenle iyi bir proğramlama için parçaların alternatif rotalarının belirlenmelidir. Bazı durumlarda ise; gruplanmış bulunan makinalara göre parça rotalanması gerekebilir. Her iki durumda da gruplama işleminin yapılması, imalat hücrelerinin oluşturulması için öncelikle çözüm bekleyen bir konu olmaktadır. Bu amaca yönelik olarak yapılan bu çalışmada ; EİS' de gruplama problemine çözüm getiren teknik ve yöntemler incelenmiş ve uygulama kolaylığı olan bazı teknik ve yöntemlerin bilgisayar uygulamaları verilmiştir.

III.EİS GRUPLAMA YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

Parti imalatı yapan işletmeler makina tiplerinin seçimi ve düzenlenmesinden önce parçaların gruplanma işlemlerini tamamlamış olması gerekir. Grup teknolojisinin konuya getirdiği kolaylıklar ve değişen talebe cevap verme imalat hücrelerinin esnek proğramlanmaları ile çözümlenebilir. Parça tiplerinin fazlalığı alternatif proğramları gerektirir. Bunların içinden uygun olanı seçme ve uygulamaya alma proğramcıların çok sık karşılaştıkları problemlerdir. Gruplama işlemlerini yapmak için, çok fazla teknik ve modeller geliştirilmiştir.

Bunlardan bazıları aşağıya sıralanmıştır.

1. Bağ enerjisi tekniği,
2. Derece sıralama ve kümeleme metodu,
3. Q- Analiz tekniği

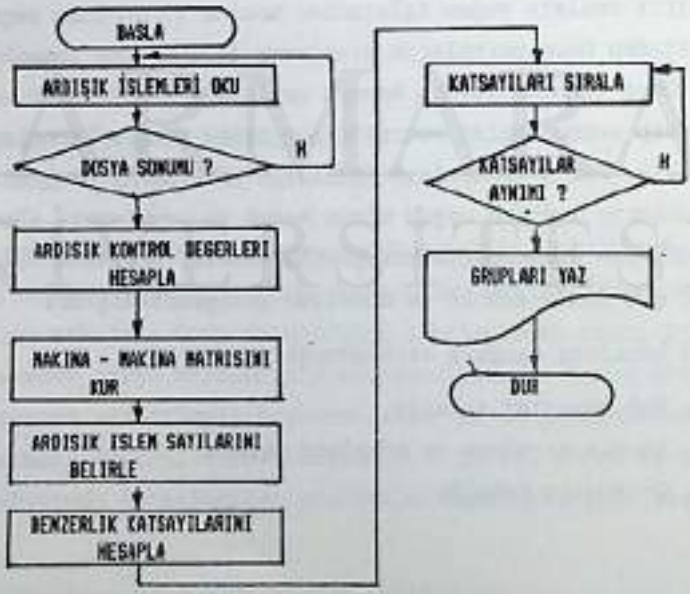
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

4. Benzerlik katsayısı tekniği,
5. Set teorisi yöntemi,
6. OPİTZ sınıflama ve kodlama metodu,
7. MICLASS sınıflama ve kodlama metodu,
8. SULZER sınıflama ve kodlama metodu,
9. Diğer analitik modeller,

Yukarıda sıralanan metod ve tekniklerden; benzerlik katsayısı tekniği derece sıralama ve kümeleme metodu ile Q- analiz tekniği incelenerek akış diyagramları sunulmuştur.

III.1. BENZERLİK KATSAYISI TEKNİĞİ

Benzerlik katsayısı tekniği, aynı işlem grubunda ard-arda gelen işlemler de benzerlik gösteren veya birbirine çok yakın olan ardışık işlemli parçaların gruplanmasını amaçlar. İncelenen iki makinadan herbirine uğrayan parça, işlem sayılarıyla iki makinaya ortak olarak uğrayan parça iş-



ŞEKİL 2: BENZERLİK KATSAYISI TEKNİĞİ İLE PARÇA VE MAKİNA GRUPLAMA AKIŞ DİYAGRAMI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

lemleri arasında oranlama, gruplamanın anahtar sayısını verir. Mc Auley tarafından geliştirilen tekniğin uygulanmasında takip edilecek işlem adımları aşağıdaki gibidir. (Şekil 2)

1. Parçalara ait işlem sıraları belirlenir,
2. Ardışık olarak gelen işlem sayıları tesbit edilir,
3. Makina-Matrisi kurulur,
4. Her makina çifti için benzerlik katsayıları hesaplanır,
5. Benzerlik katsayı oranlarına göre ağaç diyagramı esas alınarak gruplamalar yapılır.

Örnek uygulama olarak; 8 çeşit parçadan oluşan ve 10 makinada işlem gören bir partinin verileri tablo 1' de gösterilmiştir. Alfabetik kodlar makinaları gösteren sembollerdir. Birinci parçanın işlem rotası " ABDFAP" dır. Bu ifade de birinci sırada " A " makinasında, ikinci sırada " B " makinasında ve sonuncu sırada " P " makinasında işlem yapılmaktadır. Bu rotalamaya göre 1. parça 5. işlemi için tekrar " A " makinasına dönmektedir.

TABLO : 1 PARÇA İŞLEM SIRA LİSTESİ

PARÇA NR	PARÇA İŞLEM SIRASI (MAKİNA KODLARI)
P 1 :	A B D F A P
A 2 :	D E F H P A
R 3 :	C A D C B D G T
C 4 :	A C D G B H P
A 5 :	P T B G F D A
L 6 :	D F C G B H E
A 7 :	D C B G A D P
R 8 :	D C F E G C B E

TOPLAM 8 PARÇA

İkinci adımda; ardışık işlem sayıları tesbit edilir. Buna göre " A " makinası toplam olarak 6 işlem yapmaktadır ve " B " makinasına bir işlem, " C " ye 1 ve " D " makinasına iki işlem göndermektedir. Makinalar içerisinde on işlemle en fazla işleni " D " makinası yapmaktadır. (Tablo 2.) Verilen partinin işlem sayıları toplamı ise 56 dır. Enaz işlem yapan makinalar ise üç işlemle " H " ve " T " makinalarıdır.

TABLO 2 :ARDIŞIK İŞLEM MAKİNA ROTA MATRİSİ (MAKİNA - MAKİNA MATRİSİ)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

		.....MAKİNALAR.....										
		A	B	C	D	E	F	G	H	P	T	İLERİ YÖNLÜ İŞLEMLER
M	A	6	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4
A	B	0	7	1	2	0	0	2	2	0	0	7
K	C	1	2	7	2	0	2	0	0	0	0	7
I	D	1	0	3	10	2	1	2	0	1	0	10
N	E	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	2
A	F	0	0	0	1	1	5	1	1	0	1	5
L	G	1	2	1	0	0	1	6	0	0	1	6
A	H	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	3
R	P	1	0	0	0	0	0	0	0	5	1	2
.	T	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	2
GERİ YÖNLÜ İŞLEMLER		4	6	6	7	4	5	6	3	4	3	
MAKİNALARDAKİ İŞLEM SAYILARI		6	7	7	10	4	5	6	3	5	3	TOPLAM :56

Tablo 2'de anadiyagonel üzerindeki sayılar makinaların yapmış oldukları işlem sayılarını gösterir. Diyagonal altındaki sayılar; geri dönüş yapan işlem sayılarını verir. Diyagonal üstündeki sayılar ise ileri yönlü işlem sayılarını belirlerler. Üçüncü adımda; ardışık işlemlerle ilgili olarak benzerlik katsayıları hesaplanır. İkinci adımdan elde edilen Makina-makina matrisinde;

A (I,J) : I. ve J. makinalarının her ikisine uğrayan işlem sayıları ($I \neq J$)

A (I,I) : Sadece I. makinaya uğrayan işlem sayıları,

A (J,J) : Sadece J. makinaya uğrayan işlem sayıları,

olarak tanımlanır.

Benzerlik katsayısı ise; ilgili iki makinaya uğrayan işlem sayısının, her iki makinaya ayrı ayrı uğrayan işlem sayıları toplamı farkına oranıdır. Buradan benzerlik katsayısı B (I,J);

$$B(I,J) = \frac{A(I,J)}{(A(I,I) + A(J,J)) - A(I,J)} \qquad (1)$$

formülü ile ifade edilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Matris elemanlarına (1) nolu formül uygulandığında (tablo 3) benzerlik katsayıları hesaplanabilir.

TABLO 3 BENZERLİK KATSAYILARI MATRİSİ (*)

	.....MAKİNALAR.....									
	A	B	C	D	E	F	G	H	P	T
MA :	1	0.0833	0.8330	0.1429						
AB :		1	0.0769	0.1333			0.1818	0.2500		
KC :			1	0.1333		0.2000				
İD :				1	0.1667	0.0714	0.1429		0.0714	
NE :					1	0.1250	0.1111			
AF :						1	0.1000	0.1429		0.1429
LG :							1			0.1250
AH :								1	0.3333	
RP :									1	0.1429
.T :										1

* TABLOYA DİYAGONAL ÜSTÜ SAYILAR ALINMIŞTIR

Benzerlik katsayıları tablosundan aynı değerleri gösteren sayılar birleştirilerek makina grupları oluşturulur. Anadiyagonal üzerindeki sayılar 1 olup diyagonal üstü sayılar benzerlik oranı veren sayılardır.

TABLO 4 : BENZERLİK KATSAYILARINA GÖRE MAKİNA GRUPLARI

SIRA NO.	BENZERLİK KATSAYILARI		MAKİNA GRUPLARI
1	1.0000	:	(A,B,C,D,E,F,G,H,P,T)
2	0.3333	:	(HP)
3	0.2500	:	(BH)
4	0.2000	:	(CF)
5	0.1818	:	(BG)
6	0.1667	:	(DE)
7	0.1429	:	(AD,DG,FH,FT,PT)
8	0.1333	:	(BD,CD)
9	0.1250	:	(EF,GT)
10	0.1111	:	(EG)
11	0.1000	:	(FG)
12	0.0833	:	(AB,AC)
13	0.0769	:	(BC)
14	0.0714	:	(DF,DP)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Sıralama yapıldığında 1 ile 0 arasında farklı değerler listelenir. Örnekte ikinci sırada 0.33 katsayısı " H " ve " F " makinalarının bir grup diğer makinalarının farklı bir grup yapılacağını ifade eder. Farklı benzerlik katsayılarına göre oluşturulabilecek gruplar ise tablo 4' de gösterilmiştir. Bu tekniğin uygulanmasında karşılaşılan güçlükler için yapılagelen eleştiriler ise;

i. Makinalararası ilişkilerde $A(J,J) > A(I,I)$ olması halinde elde edilen katsayıların küçüklüğü nedeniyle aynı grupta bulunması gerekli olan makinalar, farklı gruplarda yer alabilir.

ii. Gruplamada farklı tipteki makinlardan yalnız birer adedi işlemde gösterilmektedir. Fazla sayıda olan mmakinaların atanamayışı tekniğin yetersizliğini göstermektedir.

III.2. DERECE SIRALAMA VE KÜMELEME YÖNTEMİ

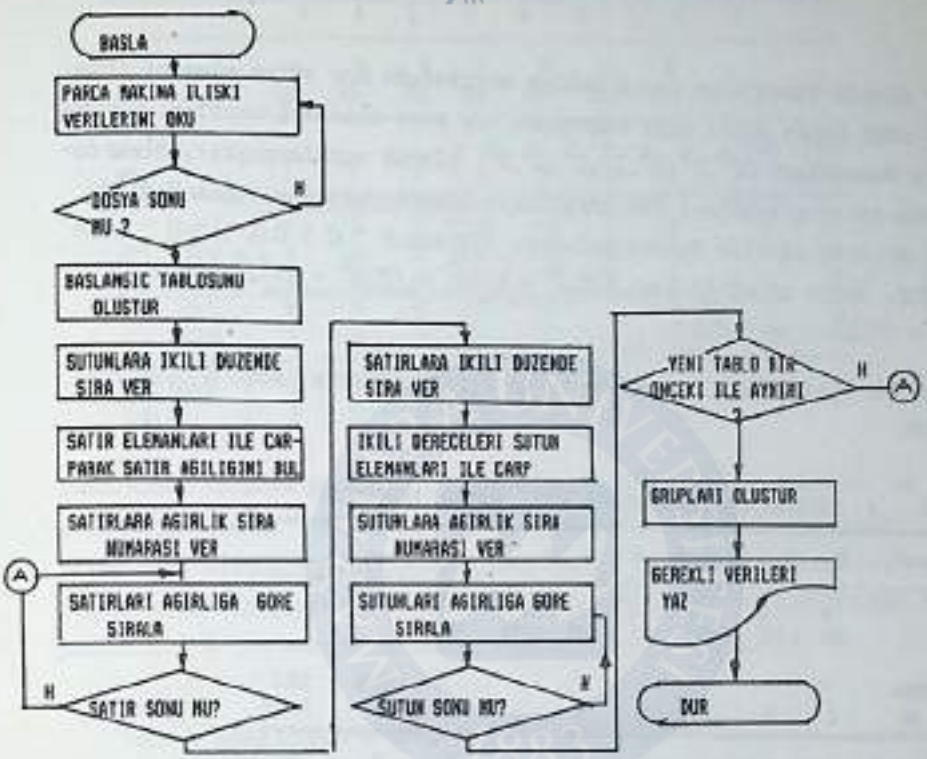
KING tarafından geliştirilen bu teknik; makina-işlem matrisinin kurulmasından sonra bu matrisin anadiyagonal üzerinde gruplar oluşturma esasına dayanır. (3) Tekniğin çalışma ilkesi ise, her satır ve sütuna ikili sisteme göre bir sıra numarası verilerek, ağırlıklandırılır. Sıra dereceleri ile ilgili matrisin satır veya sütun elemanlarının karşılıklı çarpımları toplamlarından ilgili satır yada sütunun ağırlık değeri bulunur. Ağırlık değerlerine birer sıra numarası verilerek sıralandığında uygulamaya uygun tablo elde edilebilir.

Tekniğin uygulanması için gerekli işlem sırası aşağıda verilmiştir.

1. Parça ve makina ilişki matrisinde her sütuna sağdan sola doğru satırlara ise aşağıdan yukarı doğru ikili düzende birer sıra numarası verilir.
2. Her satırın elemanı sıra derecesi ile çarpılarak toplanır.(Aynı işlemler sütunlar için de tekrarlanır.)
3. Satırlar ağırlık değerine göre yeniden numaralanarak sıralandırılır.(Aynı işlemler sütunlar için de uygulanır.)
4. "1" sayılarının diyagonal etrafında gruplanması için işlemler tekrarlanır.

İşlem sırasına göre düzenlenen akış diyagramı şekil 2'deki gibidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 5 DERECE SIRALAMA VE KÜMELEME METODU AKIŞ DİYAGRAMI

Örnek uygulama olarak " 7 " makinada işlem gören 5 parçaya ait ve makina ilişkileri tablo 5' deki gibidir. Parça ve makina grubunun oluşturulması için işlem adımları dört basamakta incelenebilir. Birinci adımda önce parça işlem sıralarına göre; parça-makina matrisi oluşturulur. Makinalar soldan sağa doğru " 1-2-3-4-5-6-7 " olarak, parçalar ise yukarıdan aşağı doğru " 1-2-3-4-5 " olarak sıralanır. (Tablo 5) .

TABLO 5 : PARÇA İŞLEM SIRA MATRİSİ (ROTA MATRİSİ)

		MAKINALAR.....						
		1	2	3	4	5	6	7
P	1 :	0	1	0	1	1	1	0
A	2 :	1	0	1	0	0	0	0
R	3 :	1	0	1	0	0	0	1
C	4 :	0	1	0	1	0	1	0
A	5 :	1	0	0	0	0	0	1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İkinci adımda düzenlenen parça makina matrisinde her sütun elemanı için soldan sağa doğru ikili sayı düzeninde bir sayı derecesi verilir. Örnekte sıra dereceleri $2^6,2^5,2^4,2^3,2^2,2^1,2^0$ olarak sıralanmıştır. Sıra dereceleri satır elemanları ile karşılıklı olarak çarpılıp toplandığında ilgili satırın ağırlık değeri bulunur. İlk satır " 0 1 0 1 1 1 0 " elemanlıdır. Satır ağırlığı ise; $(0)2^6 + (1)2^5 + (0)2^4 + (1)2^3 + (1)2^2 + (1)2^1 + (0)2^0 = 46$ ' dır.

Yapılan bu işlem sütun elemanlarına da uygulandığında tablo 6 değerleri bulunur.

TABLO 6 SATIR VE SÜTÜN ELEMANLARININ İKİLİ DÜZENDE SIRALANMASI

..... M	A	C	I	N	A	L	A	R	
	6 (2)	5 (2)	4 (2)	3 (2)	2 (2)	1 (2)	0 (2)		
SIRA NR	1	2	3	4	5	6	7	SIRA NR	ONLU DEGER
P (2)^4	1	0	1	0	0	0	1	3	81
A (2)^3	1	0	1	0	0	0	0	2	80
R (2)^2	1	0	0	0	0	0	0	5	65
C (2)^1	0	1	0	1	1	1	0	1	46
A (2)^0	0	1	0	1	0	1	0	4	42
ONLU DEGER	0	0	0	0	0	0	0		
SIRA NR	1	2	3	4	5	6	7		

Üçüncü adımda satır ve sütunlarda elde edilen ondalık değerli ağırlık numaralarına göre yeniden sıra numarası verildiğinde 3.satırda bulunan 81 ağırlıklı parçanın 1. satıra ve 4. satırda bulunan 42 ağırlıklı satırın da 5. sıraya alınması gerekir. Ağırlıklı ondalık sıraya göre dizildiğinde; 81-80-65-46-42 ondalık değerleri için satırlar " 3-2-5-1-4" düzeni almış olur. Aynı işlemler sütun işlemleri için de uygulanır.

Dördüncü adımda diyagonal grupların elde edilmesi için satır ve sütuna uygulanan işlemler, ikinci adımdan itibaren tekrarlanır. Sonuçta aynı tablonun elde edilmesi halinde iterasyona son verilir. (Tablo 7)

TABLO 7:SATIR VE SÜTUNLARIN ONDALIK AĞIRLIK DERECESİNE GÖRE OPTİMAL SIRALANMASI

M A K İ N A L A R

		6 (2)	5 (2)	4 (2)	3 (2)	2 (2)	1 (2)	0 (2)		
SIRA NR		1	3	7	6	4	2	5	SIRA NR	ONLU DEGER
P	(2)^4 :	1	1	1	0	0	0	0	3	81
A	(2)^3 :	1	1	0	0	0	0	0	2	88
R	(2)^2 :	1	0	1	0	0	0	0	5	65
C	(2)^1 :	0	0	0	1	1	1	1	1	46
A	(2)^0 :	0	0	0	1	1	1	0	4	42
ONLU DEGER	:	28	24	20	3	3	3	2		
SIRA NR	:	1	3	7	6	4	2	5		

Yukarıdaki tabloya göre A(I,J) matrisin elemanlarından satırlar iş parçalarını, sütunlar makinaları ifade etmektedir. Eğer J. makinada I. parça işlenirse; A(I,J) = 1, işlenmediğinde A(I,J) = 0 değereni alır. Buna göre 3-2-5 numaralı parçalar birinci grup olarak 1-3-7 makinalarında, 1-4 parçalar 2-4-5-6 makina grubunda işlenebilir. (Tablo :8)

TABLO 8: DERECE SIRALAMA VE KÜMELERE YÖNTEMİNE GÖRE PARÇA VE MAKİNA GRUPLARI

GRUP NR	PARÇA GRUBU	MAKİNA GRUBU
1	(1-2-3-4-5)	(1-2-3-4-5-6-7)
2	(1-4),(3-2-5)	(1-3-7),(6-4-2-5)

Bu yöntemin uygulanmasında parça çeşidi işlem sayısını ve makina tipini etkiler. Parça ve makina sayılarının fazlalığı iteratif hesaplama işlemini artırır. Kurulan tabloda uygun dağılım göstermeyen bazı parçalar grupların diyagonalda toplanmasını engeller. Tekniğin yetersiz kalan ikinci yönü ise; aynı makinada birden fazla işlem gören aynı parçanın ilişki matrisinde yer almamasıdır. (4)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

III.3. Q- ANALİZ TEKNİĞİ

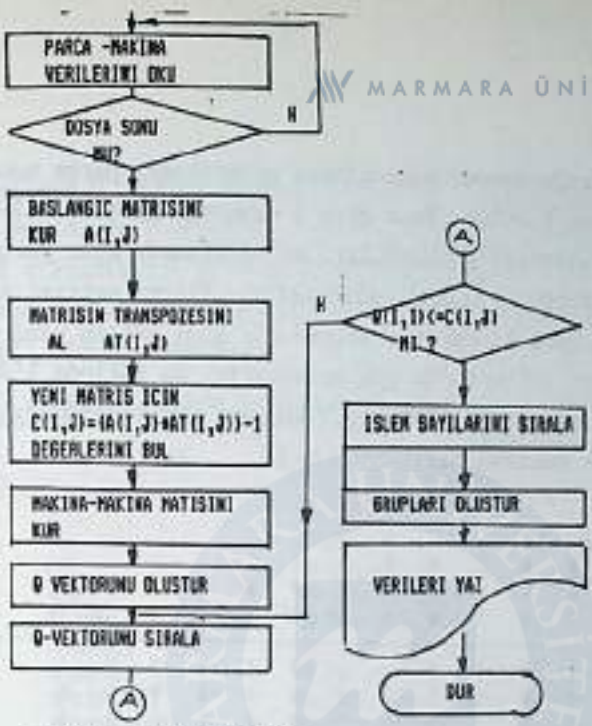
Q-analiz tekniğinde parça ve makina gruplama; parça ve makina ilişkilerini anadiyagonla sıralama esasına dayanır. Q- analiz tekniği ATKİN (5) tarafından küme teorisi uygulanarak geliştirilmiştir. Bu teknikle makinalararası parça akışı makinalardaki işlem sayılarıyla aynı işleme ortak olan parçalar bakımından gruplama kolaylığı sağlamaktadır. Kurulan parça-makina ilişki matrisinde I. elemanlar makinaları, J. elemanlar parçaları gösterirse;

A(I,J) matrisinde; A(I,J)= 0 durumu ilgili makinada parçanın işlenmediğini A(I,J) =1 durumu ise ilgili makinada parçaya ait bir işlemin yapıldığını ifade eder. Q- analiz tekniğinde makina parça ilişki matrisinin transpozesi alınarak ilk matrisle çarpıldığında elde edilen üst üçgen matris elemanları, gruplama ile ilgili bilgileri sağlamış olur. Diyagonal üzerindeki sayılar ise; ilgili makinalarda yapılan işlem sayılarını ifade eder. Diyagonala göre üçgen matris elemanları gruplandığında, işlemde kullanılan makina grupları elde edilir. Tekniğin algoritmasına ait işlem adımları ise 4 basamakta incelenebilir.

1. Makina parça ilişki matrisi kurulur. (A matrisi)
2. Matris elemanları matris transpozesi ile çarpılarak rakamlar 1 eksiltilir. ($A.A^T$ - 1 nxn)
3. Elde edilen matrisin üst üçgen kısmından gerekli bilgilerin alınması için anadiyagonal elemanları sıralanır. (q vektörü)
4. Q vektörüne göre hiyerarşik elemanlar koordinat düzleminde kesişme durumuna göre gruplara alınır.

Yukarıda sıralanan Q-analiz tekniği işlem adımları parça makina düzeninde kurulan ilişki matrisine uygulandığında ikinci bir gruplama olan parça gruplarına göre makina gruplamaları da yapılmış olur.Bu işlem adımlarına uygun akış diyagramı şekil 4'de düzenlenmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



şekil 4 .Q-ANALİZ TEKNİĞİ İLE PARÇA VE MAKİNA GRUPLAMA AKIŞ DİYAGRAMI

Örnek olarak mevcut 16 makinada işlem gören 43 parçaya ait işlem makina ilişkisi tablo 9'da gösterildiği gibidir.

TABLO 9 PARÇA - MAKİNA İLİŞKİ MATRİSİ

PARÇA NUMARASI.....

MAKİNA		0 1 2 3 4
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3
1	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0
2	2	0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0
3	3	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
4	4	0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5	5	0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1
6	6	1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 0 1 1 1
7	7	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
8	8	1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1
9	9	0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0
10	10	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
11	11	0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12	12	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
13	13	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
14	14	0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
15	15	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1
16	16	0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu teknikte birinci adımda mevcut makinaların işledikleri parça numaralarına göre ilişki tablosu kurulur. Buna göre 1 numaralı parça " 6-7-8-10" numaralı makinalarda işlendiği görülebilir. Bu uygulamada aynı parçanın aynı makinada sadece birer işlemi alınmıştır. İlişki matrisi A(I,J)' nin transpozesi ile çarpımlarından 1 eksiltme ile elde edilen yeni matrisin üst üçgen elemanları tablo 10'da gösterilmiştir. Bu tabloda 1'den 16 ya kadar olan makina numaraları A,B,C,...,T kodları ile kodlandırılarak makina-makina düzeninde yazılmıştır.

TABLO 10 : MAKİNA - MAKİNA MATRİSİ

		MAKİNA 1	A 2	K 3	İ 4	N 5	A 6	L 7	A 8	R 9	. 10	. 11	. 12	. 13	. 14	. 15	. 16
M	1 A :	1	1	-1	-1	-1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1
A	2 B :		7	-1	-1	-1	4	-1	3	7	-1	-1	-1	-1	0	-1	5
K	3 C :			4	-1	-1	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0
İ	4 D :				6	6	2	-1	3	-1	-1	0	-1	-1	-1	3	-1
N	5 E :					12	5	-1	7	-1	-1	0	-1	-1	-1	6	-1
A	6 F :						18	1	7	4	3	-1	-1	-1	2	3	4
L	7 G :							2	0	-1	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
A	8 H :								19	3	2	4	2	1	0	3	2
R	9 K :									9	-1	-1	-1	-1	0	-1	6
.	10 L :										6	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	11 P :											5	2	1	-1	-1	-1
.	12 R :												4	0	-1	-1	-1
.	13 U :													1	-1	-1	-1
.	14 V :														3	-1	0
.	15 Y :															6	-1
.	16 T :																7

Tablo 10'da görülen elemanlardan diyagonal üzerindeki sayılar, ilgili makinanın yapmış olduğu işlem sayısının 1 eksiğini verir.A(1,1) =1 elemanı A makinasının yapmış olduğu işlem sayısının1+1 =2 olduğunu ifade eder. Yine A(5,5)-12 sayısı " E " makinasının işlem sayısının 13 olduğunu gösterir. A(2,16)=5 sayısı " B " makinasıyla " T " makinasında aynı parçaya beşer işlemin uygulandığını gösterir. Daha sonra yukarıda elde edilen verilerden anadiyagonal elemanları hiyerarşik yapıya göre sıralanır. Tablo 11; de en büyük rakam 19 dur. 19 rakamı en fazla işlemi H makinasının yapmış olduğunu ifade eder.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu sayılara Q vektörü denir. Q vektörü, ilgili makinanın yapmış olduğu işlem sayısının 1 eksiğini verir. Üçgen tablodan yatay ve dikey olarak çıkıldığında bulunan sayılar makinaların ortak işlem sayılarını gösterir. Bu ortaklığa göre gruplama yapıldığında tablo 11'deki makina grupları elde edilebilir.

TABLO 11: Q ANALİZ TEKNİĞİNE GÖRE MAKİNA GRUPLARI (işlem sayılarına göre)

İŞLEM SAYISI	MAKİNA LİSTESİ	MAKİNA GRUPLARI (İŞLEM SAYILARINA GÖRE)
19	H	(H),(*)
18	HF	(H),(F),(*)
12	HFE	(H),(F),(E),(*)
9	HFEK	(H),(F),(E),(K),(*)
7	HFEKBT	(B,K),(E,H,F),(T),(*)
6	HFEKBTKLY	(B,K,T),(E,H,F,B,Y),(L),(*)
5	HFEKBTKLYP	(B,K,T),(E,H,F,B,Y),(L),(P),(*)
4	HFEKBTKLYPCR	(B,K,T,F,E,H,B,Y,P),(L),(C),(R)
3	HFEKBTKLYPCRV	(B,K,T,F,H,E,B,Y,P,L),(C),(R),(V),(*)
2	HFEKBTKLYPCRVG	(B,K,T,F,H,E,B,Y,P,L,R,C,V,G),(*)

* GRUPLAMAYA GİRMEYENLERİN OLUŞTURDUĞU KÜME

(kaynak :ROBINSON.D,Polyhedral dynamics as a tool for machine -part group formation,INT.J.PROD.1986.VOL 24,NO.5,1255)

Tablo 9 da verilen makina-parça matrisi transpozesi ile çarpılarak yukarıdaki işlem adımları tekrarlandığında parça-parça matrisi elde edilir. (Tablo 12). Bulunan tablonun anadiyagonalindeki sayılar ilgili parçaların işlem sayılarını verir. (Gerçekte bu sayılar 1 er eksiltilerek alınmıştır. Buna göre birinci parça üç işlemli, 19. parça dört işlemli ve 43. parçanın üç işlemli olduğu tablodan bulunabilir. İşlem sayılarını dikkate alarak yapılan gruplama ise tablo 13 de gösterilmiştir.

Q-araliz tekniği ile gruplama işleni iki farklı amaca göre yapılabilir. Birincisi, işleme giren makina sayılarına göre işlem düzeylerini (sayılarını) dikkate alan gruplamadır. Bunun için parça-makina ilişki matrisinin transpozesi ile çarpımı işleme alınır. (AxAT) bulunan tabloda makina gruplaması yapılır.İkincisi ise;parça tiplerini dikkate alarak yapılan gruplamadır. Bu uygulamada matrisin transpozesi,matrisle çarpılarak (AT X A) elde edilen (n X n) boyutlu tabloda parça gruplaması yapılır. Bu uygulamalarla işlem sayıları da artmış olur. Genel olarak Q-analiz tekniğinin yetersiz kaldığı yönleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

TABLO 12: PARÇA - PARÇA MATRİSİ

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

PARÇALAR

		1								2								3								4		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3
P	1	3	1	0	-1	1	0	0	1	0	-1	0	2	2	0	0	-1	0	-1	1	1	0	0	-1	1	0	1	0	0	-1	1	0	0	0	1
A	2	.	5	0	0	-1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	0	-1	1	1	1	0	0	-1	1	0	-1	1	0	2	-1	1	0	3	0	0	0	-1	4	3	0	2	0	3	1
R	3	.	.	2	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	1	0	0	-1	0	1	-1	-1	-1	0	1	0	-1	0	2	-1	-1	1	0	-1	1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	0	-1	0
C	4	.	.	.	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	0	-1	0	-1
A	5	.	.	.	.	2	-1	1	0	1	-1	-1	-1	-1	2	0	0	-1	2	-1	2	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1
L	6	.	.	.	.	.	1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	-1	0	0
A	7	.	.	.	.	.	.	2	0	-1	0	-1	0	0	0	-1	-1	1	0	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	-1	1	0
R	8	.	.	.	.	.	.	.	2	1	-1	0	1	0	1	1	0	0	-1	2	0	1	-1	2	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	1	0	-1	-1	1	0	0	0	1	0	2
.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	3	-1	0	0	-1	1	1	0	-1	-1	2	1	2	-1	2	1	-1	-1	1	0	1	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	1	-1	1
.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	-1	2	2	-1	1	-1	2	-1
.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	-1	0
.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	0	0	-1	0	-1	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	-1	-1	1	0	0	0	-1	-1	1	0	1	0	0	0	1
.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0	-1	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	1	0	-1	0	0
.	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0	0	0	-1	3	-1	2	-1	2	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	0	2	0	-1	-1	0	-1	0	0	1	0	2
.	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	-1	-1	1	0	1	-1	1	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	1
.	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-1	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0
.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1	1	0	0	-1	0	0	-1	0	0
.	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1
.	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	0	3	-1	3	0	-1	-1	0	0	1	-1	0	0	2	0	-1	-1	1	0	0	0	2	0	3
.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	-1	0	1	-1	-1	1	1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	-1	0	-1	0
.	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	-1	2	0	-1	-1	0	0	1	-1	0	-1	1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	-1	2	-1	2
.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-1	0	-1	1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0	-1	-1	0	0	1	-1	0	0	1	0	-1	-1	1	0	0	0	1	0	2
.	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	-1	-1	2	0	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	-1	0	-1	0
.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	0	-1	-1	0	-1	0
.	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	2	2	-1	1	0	1	0
.	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0
.	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	0
.	32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0	0	-1	-1	3	2	0	2	-1	3	0
.	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0	-1	-1	0	-1	0	0	1	0	2
.	34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0
.	35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
.	37	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	3	0	2	0	4	1
.	38	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	-1	1	0	2	0
.	39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	-1	0	0
.	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	-1	2	0
.	41	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	-1	2
.	42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	0
.	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3

TABLO 13 : PARÇA GRUPLARI

İŞLEM	GRUP SAYISI	PARÇA GRUPLARI
5	2	(2),(37)
4	2	(42,37,42),(19)
3	5	(1),(2,32,38,42,37),(24),(9),(14,19,21,23,43)
2	4	(1,12,13,),(2,10,29,40,32,37,38,42)
1	-	(3,24,27),(5,14,19,21,41,23,8,9,33,43),(7),(17)
0	-	HEPSİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Gruplama işlemine her makina tipinden yalnız bir adedin işleme girmesi,
2. Gruplamada parça rota sıralarının dikkate alınmaması,
3. Parçaların ilgili makinalarda yalnız bir defa işleme alınması,

Q- Analiz tekniğinin de yetersiz olduğunu gösterir.

IV. İNCELENEN YÖNTEM VE TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Uygulaması yapılan yönten ve tekniklerin karşılaştırılması için tablo 5' de verilen parça-makina ilişki matrisi, tablo 14'de makina kodlarına göre yeniden düzenlenmiştir. Bu veriler diğer iki tekniğe de uygulanarak bulunan sonuçlar tablo 15'de özetlenmiştir. Bu uygulamada gruplama işlemi iki açıdan ele alınmıştır. Önce parça-işlem-makina üçlüsünde işlem sayıları esas alınarak parçalar gruplanmıştır. İkinci olarak makina işlemlerine uygun yine işlen sayıları esas alınarak makina grupları oluşturulmuştur. Yapılan gruplamada; A-C-G makinaları birinci grup olarak 2-3-5- numaralı parçaları ve B-D-E-F makinaları ikinci grup olarak 1-4 numaralı parçaları işlemektedir.

TABLO 14 PARÇA -MAKİNA İŞLEM MATRİSİ

	MAKİNALAR.....						
	1	2	3	4	5	6	7
	A	B	C	D	E	F	G
P 1 :	0	1	0	1	1	1	0
A 2 :	1	0	1	0	0	0	0
R 3 :	1	0	1	0	0	0	1
C 4 :	0	1	0	1	0	1	0
A 5 :	1	0	0	0	0	0	1

EİS'de makina hücrelerinin oluşturulması sadece parça rota ve işlem sayılarına bağlı olmamaktadır. Parça, işlem ve makina faktörleri açısından ele alındığında farklı kısıtlamalar ortaya çıkmaktadır.Bunlar; parça boyutu, malzemesi, işlem sayısı, işlem maliyeti makina randumanı ve magazin kapasitesi gibi faktörler olarak sıralanabilir.Bu kriterlere göre karşılaştırmalar ise tablo 16'da gösterilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO 15 : TABLO 14 VERİLERİNİN FARKLI TEKNİK VE YÖNTEMLERE GÖRE SONUÇLARI KARŞILAŞTIRMASI -

TEKNİK / METOD	MAKİNA GRUPLARI	PARÇA GRUPLARI
DERECE SIRALAMA VE KÜMELEME METODU	1.GRUP : (A-C-G) 2.GRUP : (B-D-E-F)	1.GRUP : (2-3-5) 2.GRUP : (1-4)
BENZERLİK KATSAYISI TEKNİĞİ	BENZ.KAT. 1 1.0000 : (A,B,C,D,E,F,G) 2 0.6667 : (AC) 3 0.5000 : (DE,EF) 4 0.3333 : (CG,DF) 5 0.2500 : (AG) (AC-CG-AG),(DE,EF,DF) 1. GRUP : (A-C-G) 2. GRUP : (D-E-F),(B)	BENZ.KATSAYISI 1 1.0000 : (1,2,3,4,5) 2 0.4000 : (1-4) 3 0.3333 : (3-5-2) 1.GRUP : (3-5-2) 2.GRUP : (1-4)
Q-ANALİZ TEKNİĞİ	İŞLEM DÜZEYİ (2+1) : (A-C-D) (1+1) : (A-C-G),(B-D-F) (0+1) : HEPSİ 1.GRUP : (A-C-G) 2.GRUP : (B-D-E-F)	 2. GRUP : (1-4) 1. GRUP : (2-3-5)

TABLO 16 İNCELENEN GRUPLAMA METOD VE TEKNİKLERİN FARKLI KRİTERLERE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ	BENZERLİK KATSAYISI TEKNİĞİ	DERECE SIRALAMA VE KÜMLEME METODU	Q ANALİZ TEKNİĞİ
1- PARÇA ROTASI	*	*	*
2- ARDIŞIK İŞLEM SAYISI	*	-	-
3- AYNI TİP MAKİNADAN BİRDEN FAZLASININ İŞLEME ALINMASI	-	-	-
4- PARÇA İŞLEM SÜRESİ	-	-	-
5- ALTERNATİF PARÇA ROTASI	-	-	-
6- BİRİM İŞLEM MALİYETİ	-	-	-
7- MAKİNA MAGAZİN KAPASİTESİ	-	-	-
8- PARÇADAKİ İŞLEM SAYISI	*	*	*
9- MAKİNA YÜKLEME DENGESİ	+	-	-
10- PARÇA MALZEME YAPISI	-	-	-
11- MAKİNA RANDIMANI	-	-	-
12- PARÇA BOYUTLARI	-	-	-
13- MAKİNA KAPASİTESİ	-	-	-
14- PARÇA GEOMETRİK BİÇİMİ	-	-	-
15- AYNI YARDIMCI TAKIMIN BİRDEN FAZLA TEZGAHTA ORTAK KULLANIMI	-	-	-

İŞARETLER:
* : TAM İNCELEME
+ : KISMI OLARAK İNCELEME
- : İŞLEME ALMAMA

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V.SONUÇ:

EİS'nin uygulamadaki etkinliği yaygınlaşarak geleneksel imalat sistemlerinin yerini almaktadır. Küçük ve orta büyüklüklerdeki partiler için imalat hücrelerinin oluşturulmasında mevcut analitik modeller; parça işlem, sıra ve sayı kısıtlarına bağlı kalmaktadır. Bu da problemi kısmen çözümlemektedir.

EİS' de sistemin tümüne yönelik geliştirilecek modelde kapsamlı bir gruplama için tablo 16 da verilen parça, işlem ve makina faktörleri modelin kısıtları olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

1.SEIDMAN,A.,PAUL,J.,SHIMON,Y.,"Performance Evaluation of a Flexible Manufacturing Cell with Random Multiproduct Feedback Flow" ,INT.J.Prod.Res.. .Vol.23.no.6.1171-1184,1985

2. PAUL,R.,"The Design and Operation of FMS,Flexible Manufacturing Systems",IFS(publications)Ltd,UK North-Holland Publishing company, 1983

3. PURCHECK,GUNTER.,"Machine-component group formation : an heuristic method for flexible production cells and flexible manufacturing systems",INT.j.Prod.Res.,vol.23.no.5.911-94,1985

4. CHANDRASEKHARAN,M.P, ve RAJAGOPALAN,R."MODROC:an extension of rank order clustering for group technology",INT.j.Prod.Res.,Vol.24.no.5.1221-1233,1986

5. ROBINSON,S, VE DUCKSTEIN,L.,"Polyhedral dynamics as a tool for machine-part group formation",INT.j.Prod.Res.,vol..24.no.5.1255-1266,1896

© MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KUTUP ATAMA YÖNTEMİYLE ROBOT KOLU KONTROLU

Yrd. Doç. Dr. Mahmut ÜN
Yıldız Üniversitesi, Elektrik
Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZET

Önce bir robot kolu ve tahrik sistemi için sürekli durumda, durum denklemleri biçiminde matematiksel modeller verilmiştir. Bu modellerin ayrık zamanlı durumda lineer durum denklemleri yazılmıştır. Daha sonra servo kontrol sistemi olan ve olmayan robot sistemlerinin kutup atama yöntemiyle kontrolu ele alınmış ve kontrol yöntemini belirleyen algoritmalar verilmiştir.

Verilen kontrol algoritmalarının, serbestlik derecesi üç olan gerçek bir robot sistemi için bilgisayar simülasyonu yapılmıştır. Bilgisayar simülasyonunda, servo kontrol sistemi olan ve olmayan ve olmayan robot sistemleri için geribesleme kazanç matrisleri ve çıkış büyüklükleri ayrı, ayrı hesaplanmıştır. Simülasyon sonucunda, servo kontrollu robot sistemlerinde, kutup atama yöntemiyle daha iyi bir kontrol sağlandığı gözlenmiştir.

1. GİRİŞ

Bir robot kolu çok değişkenli bir nonlineer sistem olduğundan, robot kollarının kontrolu için endüstride kullanılan tekniklerde her bir eklem için bağımsız servo kontrol uygulanmaktadır. Yükteki efektif değişmeler ve altsistemler arasındaki dinamik kuplajlar ya ihmal edilmekte ya da bu nonlineer etkiler kestirilerek, ileri besleme kompanzasyonuyla yokedilmektedir[3]. Yük etkilerini ve eklem kuplajlarını kompanze etmek için son zamanlarda adaptif kontrol algoritmaları önerilmiştir[4]. Kompanzasyon sağlanmadığı zaman, robot kolu hızlarını azaltmak ve

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

dinamik konum doğruluğundan ödün vermek gerekmektedir[2,5].

Durum geribeslemesiyle kutup yerleştirme esasına dayanan çok değişkenli kontrol sistemleri için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bütün bir robot kolu için hareketin nonlineer denklemleri zamanla değişen parametreleri olan lineer denklemler olarak ele alınabilir. Bu denklemler durum denklemleri biçiminde yazılıp ayrık zamanlı biçime dönüştürüldükten sonra, sistem ve giriş matrislerinin sistem ortak blok formunun bulunmasında basitlik sağlayan bir yapısı vardır. Sonuç olarak, durum geribesleme kazançlarının elde edilmesi kolaylaşır. Hesaplanmış moment yönteminde olduğu gibi, sistem parametrelerinin zamanla değişen parametrelerini hesaplamak gerekir.

Önce robot kolu ve tahrik sistemi için sürekli ve ayrık zamanlı durumlarda matematiksel modeller verilecektir. Daha sonra kutup atama yöntemiyle çok değişkenli kontrol algoritması anlatılacaktır. En son olarak, gerçek bir robot sistemi için verilen kontrol algoritmasının bilgisayar simülasyonu yapılacaktır.

2. MATEMATİKSEL MODELLER

Robot sisteminin bilgisayarla iki modda, analog servo kontrolu olan ve olmayan durumlarda, kontrol edildiği varsayılacaktır. Robotun mekanik kısmına ilişkin matematiksel model aşağıdaki biçimde ifade edilebilir[1].

$$J(q)\ddot{q} + E(q,\dot{q})\dot{q} + f(q) = P \qquad (1)$$

Burada q eklemlerdeki açısal yerdeğiştirmeleri gösteren vektörü, J(q) nonsingüler eylemsizlik matrisini, $E(q,\dot{q})$ Coriolis ve merkezi kuvvet terimleriyle kolun viskos sürtünme katsayılarından oluşan matrisi, f(q) dış yük ve yerçekimi nedeniyle olan etkileri gösteren vektörü ve P giriş moment vektörünü göstermektedir.Robot sistemi eklemlere yerleştirilen tabii

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

miknatıslı dc servomotorlarla tahrik edilmektedir. Tahrik sistemine ilişkin lineer zamanla değişmeyen matematiksel model

$$\dot{X}_1 = A_1X_1 + B_1U_1 + C_1P \qquad (2)$$

biçiminde yazılabilir. Bu eşitlik analog servo sistemi bulunan ve bulunmayan tahrik sistemi için kullanılabilir. Biçim aynı kalacaktır, değişen tek şey, A_1 ve B_1 matrislerinin elemanları olacaktır. Burada $X_1=[q_1 \dots q_n \dot{q}_1 \dots \dot{q}_n]^t$ durum değişkenleri vektörünü, U_1 tahrik sistemi için giriş vektörünü, A_1, B_1 ve C_1 skaler katsayı matrislerini göstermektedir. $t_i \leq t \leq t_{i+1}$ $i=1,2\dots$ zaman aralığında (1) eşitliğini lineer zamanla değişmeyen bir denklemle gösterebiliriz.

$$M(t_i)\ddot{q}(t) + R(t_i)\dot{q}(t) + W(t_i)=P \ , \ t_i=t=t_i+\Delta t \qquad (3)$$

Burada $M(t_i)$, $R(t_i)$ ve $W(t_i)$ matrisleri sırayla $t=t_i$ anında $J(q)$, $E(q,\dot{q})$ ve $f(q)$ matrislerinin hesaplanan değerleridir. Dijital kontrol tasarımında, denklemler önce ayrık zamanlı durumda yazılmalıdır. (3) eşitliğine karşı düşen durum değişkenleri gösterilimi

$$\dot{Z}_1 = A_2Z_1 + B_2U_2 \qquad (4)$$

olur. Burada $Z_1=[q_1 \dots q_n \dot{q}_1 \dots \dot{q}_n]^t$, $R'=-\bar{M}^1R$, $U_2=P-W$

$$A_2=\begin{bmatrix}0 & I\\ 0 & R'\end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad B_2=\begin{bmatrix}0\\ M^{-1}\end{bmatrix}$$

olarak hesaplanmıştır. (2) ve (4) eşitlikleri birleştirilip yeniden düzenlenirse, yeni durum değişkenleri gösterilimi

$$\dot{Z} = AZ + BU \qquad (5)$$

biçiminde elde edilir. Burada $Z_1=[q_1 \dots q_n \dot{q}_1 \dots \dot{q}_n]^t$ durum değişkenleri vektörünü, $U=[U_1\ U_2]$ yeni giriş vektörünü, A ve B hesaplanan yeni katsayı matrislerini göstermektedir. Sistem örnekleme zaman aralığı T olan bir Euler yaklaşımıyla, (5) eşitliği ayrık zamanlı biçimde yazılabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$Z(k+1) = \bar{G}\, Z(k) + \bar{H}\, U(k) \qquad (6)$$

Burada $\bar{G} = I + AT$ ve $\bar{H} = BT$ olarak tanımlanmıştır.

3. KONTROL YÖNTEMİ

Eklemlerdeki konum ve hızların ölçüldüğü ve geribesleme bilgisi olarak kullanılabileceği varsayılmıştır. Küçük bozucuların ve sürekli durum hatalarının etkilerini ortadan kaldırmak için n tane yeni durum değişkeni eklenmiştir. Yeni durum vektörü $X(k) = \left[x_{11} \cdots x_{1n} x_{21} \cdots x_{2n} x_{31} \cdots x_{3n}\right]^t$ olur. $x_{1i}(k)$ i. eklem konumunu, $x_{2i}(k)$ i. eklemin konumundaki değişme hızını ve $x_{3i}(k)$ i. eklemdeki hataların toplamını göstermektedir.

$$\begin{aligned} x_{1i}(k) &= q_i(kT) \\ x_{2i}(k) &= \left[x_{1i}(k+1) - x_{1i}(k)\right]/T \\ x_{3i}(k) &= x_{d1i}(k-1) - x_{1i}(k-1) + x_{3i}(k-1) \end{aligned} \qquad (7)$$

Yeni durum değişkenleriyle elde edilen ayrık zamanlı durum denklemi

$$X(k+1) = GX(k) + HU(k) + LX_d(k) \qquad (8)$$

biçiminde yazılır. Burada $X_d(k) = \left[X_{d1}^t, X_{d2}^t, 0^t\right]^t$

$$G = \begin{bmatrix} I & TI & 0 \\ 0 & I+TR' & 0 \\ I & 0 & I \end{bmatrix}, \quad H = \begin{bmatrix} 0 \\ TM^{-1} \\ 0 \end{bmatrix}, \quad L = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ I & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

olarak tanımlanmıştır. Kontrol kuralı

$$U(k) = -K\left[X(k) - X_d(k)\right] \qquad (9)$$

biçiminde tanımlanabilir. Burada K nx3n boyutunda kazanç matrisini göstermektedir. Ortak blok formunda durum denklemlerini

$$X_c(k+1) = G_c X_c(k) + H_c U(k) + L_c X_d(k) \qquad (10)$$

olarak gösterebiliriz. Burada $X_c(k)$ dönüştürülen koordinatlarda ifade edilen durum vektörüdür. T_c dönüşüm matrisi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$X_c(k) = T_c X(k) \qquad (11)$$

eşitliğiyle tanımlanır[6]. (10) 'daki büyüklükler

$$G_c = T_c G T_c^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & I \\ G_{c1} & G_{c2} & G_{c3} \end{bmatrix}, \quad T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -M/T^2 \\ M/T^2 & 0 & -M/T^2 \\ 2M/T^2 & M/T^2 & -M/T^2 \end{bmatrix}$$

$$H_c = T_c H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & I \end{bmatrix}^t, \quad L_c = T_c L$$

biçiminde hesaplanır. Ortak blok formu kutup yerleştirmeye karşı düşen kazançların bulunmasını kolaylaştırır. Bu durumda kazanç matrisi $K_c = \begin{bmatrix} K_{c1} K_{c2} K_{c3} \end{bmatrix}$

$$\det(zI - (G_c - H_c K_c)) = \det(zI - Y) \qquad (12)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada Y 3nx3n boyutunda verilen kutupların ana diagonale yerleştirilmesiyle elde edilen bir matristir. (13) eşitliğinden

$$\begin{aligned} K_{c3} &= G_{c3} - (Y_1 + Y_2 + Y_3) \\ K_{c2} &= G_{c2} + (Y_1Y_2 + Y_1Y_3 + Y_2Y_3) \\ K_{c1} &= G_{c1} - (Y_1Y_2Y_3) \end{aligned} \qquad (13)$$

elde edilir. Burada Y_1, Y_2 ve Y_3 , Y matrisinin diagonaline yerleştirilen alt matrislerdir. Kazanç matmatrisi

$$K = K_c T_c \qquad (14)$$

eşitliğiyle tekrar orijinal koordinatlara dönüştürülebilir. Sistemin yapısı, giriş ve dönüşüm matrisleri yardımıyla verilen kutup atamalarına karşı düşen kazanç matrisleri doğrudan hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} K_1 &= (3I - Y_1Y_2 + Y_1Y_3 + Y_2Y_3 - 2Y_1 - 2Y_2 - 2Y_3)M/T^2 \\ K_2 &= (3I - Y_1 - Y_2 - Y_3)M/T - R \\ K_3 &= (-I + Y_1 + Y_2 + Y_3 - Y_1Y_2 - Y_1Y_3 - Y_2Y_3 + Y_1Y_2Y_3)M/T^2 \end{aligned} \qquad (15)$$

(15) eşitlikleri matris çarpımları ve toplamları biçiminde hesaplanan basit eşitliklerden oluştuğundan kontrol edicinin hesaplanması on-line olarak yapılabilir. Sonuç olarak, kontrol algoritmasında kullanılan kazanç matrisi, robot sisteni parametrelerine bağlı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

olarak basit matris toplama ve çarpma işlemleriyle kısa sürede hesaplanabilmektedir.

4. NÜMERİK SONUÇLAR

Serbestlik derecesi üç olan gerçek bir robot sistemi için, verilen kontrol algoritmasının bilgisayar simülasyonu yapılmıştır. Simülasyonda T=0.1s seçilmiştir. Simülasyonda kullanılan gerçek robot sisteminin parametreleri Tablo.1'de, tahrik sisteminin parametreleri Tablo.2'de verilmiştir.

Tablo1. Robot parametreleri

Parçalar	1	2	3
kütle(kg)	10.0	7.0	4.15
uzunluk(m)	0.38	0.02	0.45
J_{xi} (kg-m^2)	-	-	-
J_{yi} (kg-m^2)	-	-	-
J_{zi} (kg-m^2)	0.029	0.055	0.318

Tablo2. Tahrik sistemi parametreleri

$A^1(1,1)=0$ $A^1(1,2)=1$ $b^1(1)=0$

	Tahrik sistemi	a_{21}	a_{22}	b_2	f_2
1	(a)	-901	-158	901	-18.4
	(b)	0	-43	401	
2	(a)	-61	-15.6	61.36	-0.0072
	(b)	0	-4	31	
3	(a)	-256	-61	256	-0.03
	(b)	0	-19	106	

a) analog servo modunda, b) analog servosuz

z- domeninde kutuplar için kutup yerleşimi 0.7, $0.5\pm0.1j$ kutuplarından her biri üç defa tekrarlanacak biçimde seçilmiştir. Bilgisayarda kazanç matrisleri a) modunda

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$K=\begin{bmatrix} 1588.4 & 0 & 0 & 45.6 & 0 & 0 & -163.2 & 0 & 0 \\ 0 & 1365 & 0 & 0 & -514 & 0 & 0 & -140 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & -633 & 0 & 0 & -0.2 \end{bmatrix}$$

ve a) modunda

$$K=\begin{bmatrix} 1611 & 0 & 0 & 40 & 0 & 0 & -165 & 0 & 0 \\ 0 & 610 & 0 & 0 & -320 & 0 & 0 & -627 & 0 \\ 0 & 0 & 1133 & 0 & 0 & -1599 & 0 & 0 & -1473 \end{bmatrix}$$

olarak hesablanmıştır. Çıkış büyüklükleri olarak açısal yerdeğiştirmeler ve tanımlanan izleme hatası, kazanç matrisleri yardımıyla a) ve b) modlarında bilsayarda hesaplanmıştır. Analog servo kontrollu robot sistemlerinde izleme hatasının daha küçük olduğu görülmüştür. Simülasyon sonucunda, verilen algoritmaya göre kutup atama yöntemiyle gerçek bir robot sisteminin on-line olarak kontrolunun yapılabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Chang H. L., A comparison of controller design and simulation for an industrial manipulator, IEEE Trans on Inds. Elect.,Vol.IE-33 No.1,Feb.1986 .
2. Gello D. F. and et al,Lineer state feedback control of manipulator, Mech. Machine Theory, Vol.16,s.93, 1981.
3. Lee C.S.G.,Robot arm kinematics dynamics and control, Computer,Vol.15,s.62, 1982.
4. Lee C.S. G. and Chung M.T.,An adaptive control strategy for mechanical manipulators,IEEE Trans on Automat. Cont Vol. AC-29,s.837, 1984.
5. Paul R. P.,Robot Manipulators:Mathematics,Programming and Control,Cambridge,MA,MIT Press,1981
6. Shieh L.S and Tsay Y.T, Trasformation of a class of a multivarable control systems to block companion form, IEEE Trans on AC,Vol. AC-29,s.199,1982

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

IX. FİRMA YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

IX. I. *Firma Başarısının Ölçülmesinde Çok Değişkenli Bir Yaklaşım ve Türkiye İçin Bir Uygulama* IX-1
Dr. MEHMET BOLAK, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

IX. II. *Bir Sosyoteknik Sistem Çıktısı Olarak Şirketlerde Uzun Vadeli Planlama Yöntemi* IX-15
AYHAN SÜREK, STFA Enerji Telekomünikasyon A. Ş., Ankara, Doç. Dr. GÜLSEREN ÜNLÜ İZMİR, STFA Holding A. Ş., İstanbul.

IX. III. *Lisans Anlaşmalarındaki Kısıtlamaların Teknolojinin Difüzyonuna Etkileri* IX-33
Dr. SITKI GÖZLÜ, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

IX. IV. *Çoğaltılmış Amaçlarla İhracatta Planlama* ..... IX- 47
Doç. Dr. CEVDET ÖĞÜT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Bornova, İzmir, Ar. Grv. LEVENT TUNÇEL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, O. D. T. Ü., Ankara.

IX. V. *Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin İhracatında Güney Kore Modeli ve Türkiye İçin Öneriler* IX-60
Ar. Grv. Dr. ASUMAN YALÇIN, İşletme Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Bahçelievler, İstanbul.

IX. VI. *Reklamların Ekonomik ve Sosyal Etkileri ve Türkiye'de Bir Araştırma* IX-74
Ar. Grv. NİMET URAY, İşletme Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

IX. VII. *Parasal Sermaye Kavramı ve Firma Teorisi* IX-92
Öğr. Grv. EROL KATIRCIOĞLU, İngilizce Ekonometri Bölümü, Marmara Üniversitesi, Göztepe, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

FİRMA BAŞARISININ ÖLÇÜLMESİNDE ÇOK DEĞİŞKENLİ BİR YAKLAŞIM VE TÜRKİYE İÇİN BİR UYGULAMA

Dr. Mehmet BOLAK
İstanbul Teknik Üniversitesi
İşletme Fakültesi

ÖZET

Firmaların başarı düzeyleri finansal amaca ne ölçüde ulaşabildikleriyle ölçülebilir. Literatürde üzerinde görüş birliğine varılan finansal amaç ise firma ortaklarının servet maksimizasyonu ya da aynı şey demek olan, hisse senedi fiyatı maksimizasyonudur. Firmanın bu amacı gerçekleştirmeye çalışırken kullanabileceği belli başlı iki araç vardır : Yatırım kararları ve finanslama kararları. Basit bir tanımla, yatırım kararları firma bilançosunun aktif tarafını, finanslama kararları ise pasif tarafını etkileyerek amaca ulaşmada yardımcı olurlar.

Firma başarısını, hisse senedi piyasa değeri ya da kârlılık gibi tek bir göstergeyle değerlendirmek yerine, finansal amaca ulaşmanın araçlarını hangi etkinlikle kullanabildiğini yansıtacak birden çok değişkene bağlı olarak hesaplamak istediğinizde, şöyle bir performans indeksi teşkil etmeniz mümkündür :

$$PI = \sum_j a_j X_j$$

Bu performans indeksinin firma başarısını 0-100 arası skorlarla ölçebilmesi için uygun X_j kriterlerinin seçilmesi, X_{ij} değerlerinin 0-100 arası yeni değerlere dönüştürülmesi ve toplamları 1 edecek şekilde, uygun a_j katsayılarının saptanması gerekmektedir. Çalışmada, her üç sorunu çözmek için uygulanabilecek istatistik yön-

T.C.
Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümantasyon

temler teorik çerçeve içinde belirlendikten sonra, Türkiye'de yeterli sayıda veri elde edilebilen üç sektör için ayrı ayrı uygulamaya gidilmiş ve anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

I. GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde finansal tablo analizlerinin ve finansal analiz yöntemlerinin önemini arttıran gelişmeler olmaktadır. Bunların bazılarını şöyle sıralayabiliriz :

- İflas eden firmaların sayısının hızla yükselmesi, bu firmaların iflasının, hem firma sahiplerine, hem de ekonomik sisteme, kredi kurumlarına ve hisse senedi sahibi küçük yatırımcılara zarar vermesi,

- Firmalarda muhasebe denetimi uygulamasının yaygınlaşması, denetim firmalarının sayısının ve işlevlerinin günden güne gelişmesi,

- Kurulan sermaye piyasasının hızla gelişmesi ve gittikçe artan bir küçük tasarruf sahibi kitlesinin, hisseleri borsada işlem gören firmaların durumları hakkında bilgi sahibi olma istekleri,

- Halka kapalı, genelde aile şirketi görünümündeki firmaların artan finansman ihtiyaçları ve yüksek kredi faizleri nedeniyle halka açılma düşüncesini gündeme getirmeleri.

Tüm bu gelişmeler, firmaların başarı durumlarını ölçecek ve birbirleriyle karşılaştırmaya yarayacak bir modeli, gerek firma yöneticileri, gerekse firmayla ilgili diğer kişiler (ortaklar, kredi kurumları, hisse senetlerine yatırım yapmayı planlayan küçük tasarruf

sahipleri gibi) açısından oldukça cazip kılacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu yazıda, Türkiye imalat sanayiindeki bazı sektörler için böyle bir performans analizi çalışmasının sonuçlarına değinilecek, ancak daha önce, firmaların ulaşmak istedikleri amacın ne olduğu bu amaca ulaşmanın araçları, finansal başarıyı değerlendirmede yararlanılabilecek göstergeler kısaca açıklanmaya çalışılacaktır.

II. FİNANSAL AMAÇ

Finansman literatüründe, en çok kabul gören finansal amaç yaklaşımı, ortakların servetlerinin maksimizasyonu ya da aynı şey demek olan, hisse senedi piyasa değerinin maksimizasyonu olarak görülmektedir. Finansal amacı bundan biraz farklı şekilde tanımlamaya çalışan yazarlar bulunmakla birlikte, problem uygun şekilde ortaya konup, yorumlandığı zaman, bu tanımlamaların hepsi aynı sonuca işaret etmektedirler [6].

Bilindiği gibi kişilerin servetleri, sahibi oldukları varlıklar ya da nitelikler aracılığıyla gelecekte elde edebilecekleri nakit akımlarının bugünkü değerleri toplamına eşittir. Hisse senedi piyasa değeri de benzer şekilde oluşmaktadır :

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+k)^t} \qquad (1)$$

Formülden görülebileceği gibi, hisse senedi piyasa değerinin maksimizasyonu finansal amaç olarak benimsendiğinde, nakit akımlarının zaman içindeki dağılımları t üssüyle, bu akımların riskliliği ise, uygun iskonto oranı k'nın seçilmesiyle gözönüne alınabilmektedir.

III. FİNANSAL AMACA ULAŞMANIN ARAÇLARI

Finansal amaç yukarıdaki gibi kabul edildiğinde, (1) numaralı denklemin maksimize edilmesi için mümkün iki yol bulunduğu görülmektedir :

i. Yıllık nakit akımlarının (C_t) maksimize edilmesi

ii. (1+k)'nın, diğer bir deyişle, iskonto oranı k'nın minimize edilmesi.

Her iki yolu gerçekleştirmeye yönelik araçlar, finansal amaca ulaşmanın araçları olarak düşünülebilir. Basit bir değerlendirmeyle, firmanın birinci yolu gerçekleştirmek için kullanabileceği aracın yatırım kararları, ikinci yolu gerçekleştirmek için kullanabileceği aracın ise finanslama kararları olacağını söyleyebiliriz.

Yatırım kararları, yeni makina alımı, kapasite arttırımı gibi uzun vadeli hedeflere yönelik sabit sermaye yatırımları yanında, firmanın mevcut kısa ve uzun vadeli varlıklarını en iyi biçimde değerlendirmesini sağlayacak kararları da içerir. Firmanın ne kadar nakit bulunduracağı, alacaklarına ve stoklarına ne kadar para bağlayacağı, başka firmalara iştiraklarının hangi oranda bulunacağı hep birer yatırım kararıdır. Yönetici bu kararları verirken gelirleri arttırmayı hedefleyecek, ancak artan riskleri de göz ardı etmemesi gerekecektir. Geleneksel finansman kuralı, her varlığa yapılacak yatırımın, marjinal getiriyle, marjinal maliyetin eşitlendiği noktaya kadar olması şeklindedir.

Finanslama kararları, yatırım kararlarının aksine, firma bilançosunun pasif tarafını ilgilendiren kararlardır ve sermaye maliyetini minimize etmeye yöneliktirler. Bu kararların ilgi alanları başlıca üç başlık altında toplanabilir :

i. Kısa ve uzun vadeli fonların bileşimi ne olacaktır?

ii. Kullanılan fonların borç-özsermaye bileşini ne olacaktır?
iii. Kâr dağıtım politikası nasıl belirlenecektir?

Genel olarak firmalar açısından, kısa vadeli fonların maliyeti düşük, riski yüksek, uzun vadeli fonların ise maliyeti yüksek, riski düşük olduğu kabul edilir. Ancak ülkemizde fon maliyetleri bu kurala uymadığı gibi, kullanılan borç fonlarının tamamına yakın bir kısmının kısa vadeli olduğu gözlenmektedir.

Borç-öz sermaye bileşini ise hisse senedi kârlılığını önemli biçimde etkileyen bir faktördür. Faiz giderlerinin vergiden muaf olması, borçlanma oranları çok kritik seviyelere ulaşmadıkça, öz sermayenin kârlılığını olumlu yönde etkilemektedir.

Kâr dağıtım politikası, ortakların firma hakkındaki düşüncelerini etkilemesi açısından önemlidir. Hisse senedi sahipleri firmanın çok kârlı yatırımlara girdiğine inandıkları müddetçe düşük kâr paylarına rıza gösterebilirler, ancak genel olarak gözlenen tutum, yüksek oranda kâr payı dağıtan firmaların hisse senedi fiyatlarının yükseldiği şeklindedir.

Yönetici uygun finansal kararları verebildiği ölçüde, finansal amaca ulaşmanın araçlarını iyi kullanmış ve firmasının başarı düzeyini yükseltmiş olacaktır. Ulaşılan başarı düzeyini çeşitli göstergeler yardımıyla değerlendirmek mümkündür.

IV. FİNANSAL BAŞARININ GÖSTERGELERİ

Gelişmiş bir sermaye piyasasına sahip ülkelerde, firma başarısının en iyi göstergelerinden biri hisse senedinin piyasada işlem gördüğü fiyattır. Bu gösterge, finansal amaç tarifiyle de uyum göstermektedir. Ancak, sermaye piyasası yeni yeni gelişmekte olan ülkemizde bu göstergenin sağlıklı sonuçlar vermesi henüz mümkün görülmemektedir.

Finansal başarının bir diğer göstergesi çeşitli finansal oranlardır. Firmanın bilanço ve gelir tablosu gibi finansal raporlarından yararlanarak hesaplanacak çeşitli oran değerleri, firmanın daha önceki yıllarda elde ettiği değerlerle ya da aynı yılda diğer firmaların elde ettiği değerlerle karşılaştırılarak firmanın başarı durumu hakkında yorumda bulunulabilir. Çeşitli firmaların birbirleriyle karşılaştırılması amaçlandığında, analiz edilecek firmaların,

- Aynı endüstride yer almaları,
- Benzer büyüklükte olmaları,
- Benzer muhasebe yöntemleri kullanmaları,
- Benzer coğrafi koşullar içinde bulunmaları,

analiz sonuçlarının güvenilirliğini arttıracaktır [4, 5].

Oranlar aracılığıyla firmaların başarı düzeylerini karşılaştırmak istediğimizde karşımıza önemli bir sorun çıkmaktadır. Karşılaştırma hangi orana veya oranlara göre yapılacaktır? Finansal tablolardan çok sayıda oran türetmek mümkündür. Bunların bir kısmı anlamlı değildir, bir kısmının aralarında etkileşim söz konusudur, bazıları yatırım kararlarının etkinliğini ölçerken bazıları finanslama kararlarının sonuçlarını yansıtırlar. Diğer önemli bir sorun farklı oranlara bakıldığında firmanın başarı durumu hakkında zıt yönlü fikir edinilebilmesidir.

Tek değişkenli analizin sorunları diye adlandırabileceğimiz bu tür sorunları çözmek için son yıllarda, firma başarılarının değerlendirilmesinde, çok değişkenli oran analizlerine ağırlık verilmektedir. Bu analizler aracılığıyla, firmalar hakkında çok yönlü bilgi bir arada değerlendirilebilmekte ve karşılaştırmalar için daha uygun ölçüler elde edilebilmektedir. Bu tür bir analiz, en basit biçimde, firmanın çeşitli başarı kriterleri açısından elde ettiği derecelerin uygun bir biçimde ağırlıklı ortalamalarının alınması ve genel başarı-

nın böylece elde edilecek tek boyutlu büyüklüğe göre değerlendirilmesi şeklinde olabilir [1, 9]. Performans indeksi adını verebileceğimiz bu büyüklüğü şu şekilde ifade edebiliriz :

$$PI = \sum_j a_j X_{ij} \qquad (2)$$

Burada, X_j ler analizde kullanılacak finansal oranları, a_j katsayıları bu oranlara verilecek ağırlıkları temsil etmektedir. Bu indeksin, finansal başarıyı 0-100 arasında ölçebilmesi için şu esaslara uyulması gerekecektir :

$$i.\ 0 \leqslant X_{ij} \leqslant 100 \qquad (3)$$

$$ii.\ \sum a_j = 1 \qquad (4)$$

V. MODEL OLUŞTURULMASI

Yukarıda görüldüğü gibi, performans indeksi oluşturmak için çözülmesi gereken üç sorun vardır.

i. Hangi değişkenler indekse dahil edilecektir?
ii. $0 \leqslant X_{ij} \leqslant 100$ dönüştürmesi nasıl yapılacaktır?
iii. a_j katsayıları nasıl saptanacaktır?

Analizin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için, kullanılacak değişkenler arasındaki çoklu bağlantıların mümkün mertebe düşük olması gerekmektedir. Bu sonuca ulaşılabilmesi, seçilecek her değişkenin farklı bir başarı kriterini temsil etmesi, diğer bir deyişle, firmanın farklı bir yönüne ışık tutması ile mümkündür. Finansal analizler için değişken seçimi amacıyla faktör analizi uygulayan yazarların vardıkları sonuçlar, firmalarla ilgili çok sayıda finansal oranın, aşağıda sıralanan gruplar halinde toplanabileceğini ve bu taktirde, farklı gruplar arasındaki korelasyonların düşük olacağını göstermektedir [3, 7, 8, 10].

1. Kârlılık
2. Likidite
3. Alacak devri
4. Stok devri
5. Sermaye devri
6. Finansal kaldıraç

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Birinci grupta yer alacak oranlar, firmanın başarısını oluşturan nedenlerden ziyade, firma başarısının göstergeleri olarak yorumlanabilecek oranlardır. Bu nedenle başarıyı oluşturan bileşenlerden biri olarak kullanılmaları doğru olmayacaktır.

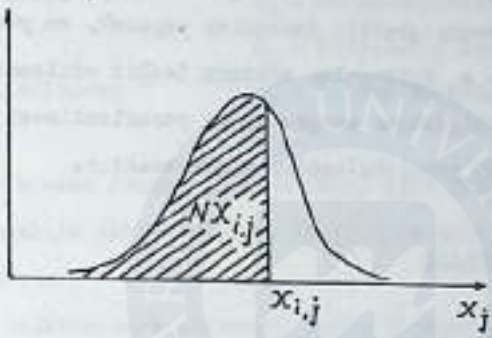
İki, üç, dört ve beşinci gruptaki oranlar, şu veya bu şekilde firmanın yatırım kararlarından etkilenecek ve bu kararların hangi etkinlikte verildiğini yansıtacak oranlardır. Benzer şekilde, altıncı grupta, firmanın finanslama kararlarından etkilenecek oranlar yer almaktadır.

İlki hariç her grubu temsilen birer değişken içerecek bir model, daha önce belirtilen iki şart da sağlandığı takdirde, istenen amacı sağlayabilecektir.

Sağlanması gereken şartlardan ikincisi, oranların ölçülen değerlerinin, 0-100 arasında yeni değerlere dönüştürülmesidir. Bu değerler, ilgili oranın temsil ettiği kriter açısından, firmanın sağlamış olduğu performans seviyesini temsil edecektir. Bunu sağlamanın uygun bir yolu, her firmanın sektör içindeki göreli konumunu % cinsinden belirlemektir. Örneğin, J. performans kriteri olarak likidite ve likiditeyi temsil etmek üzere "cari oran" seçilmiş olsun : Cari oranı diğer tüm firmalarınkinden yüksek olan firmanın likidite kriteri açısından elde edeceği performans seviyesi 100, tüm firmaların % 40 ından yüksek bir cari orana sahip firma için performans seviyesi 40 olacaktır, vb. Matematik olarak, NX,X'in dönüştürülmüş değeri olmak üzere :

$$NX_{ij} = P\,(X_{ij} \geqslant X_j) \qquad (5)$$

şeklinde belirlenebilir. X_{ij}, i'inci firmanın j'inci oran değerini göstermektedir. Analiz edilen sektördeki firma sayısı artıp, oran dağılımının parametreleri hesaplanabildiğinde, P olasılığı, birikimli olasılık fonksiyonu aracılığıyla saptanabilir. X_j oranı (örneğin cari oran), firmalar arasında normal dağılıyorsa, i'inci firmaya ait NX_{ij} değeri, şekil 1 'deki taralı alana eşit olacaktır.



Şekil 1

Taralı alan, cari oranları i'inci firmanınkinden düşük olan firmaların oranını göstermektedir. F(X), birikimli normal dağılım fonksiyonu olmak üzere, bu alan ;

$$NX_{ij} = F(X_{ij})$$

şeklinde ifade edilebilir. Oranların her zaman normal dağılıma uygun olmayacakları kuşkusuzdur. Yapılan gözlemler oran dağılımlarının normal olmaktan ziyade sağa çarpılı olduklarını göstermektedir. [2,4] Bunun sebebi bir çok oranın alabileceği değerin alttan "0" la sınırlı olmasına karşılık üstten sınırlı olmamasıdır. Oran dağılımı normale uygun olmadığında, uygun bir dönüşümle (ln X veya $\sqrt{X}$ gibi) normalleştirilip, NX değerleri bundan sonra hesaplanabilir.

Sonuç olarak 0-100 arasında dönüştürülmüş NX değerleri artık dağılımdan bağımsız değerler haline gelmişlerdir. Bu nedenle a_j katsayılarının hesaplanmasında regresyon, korelasyon gibi parametrik istatistik yöntemler yerine parametrik olmayan bir yöntemin tercih edilmesi doğ-

ru olacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu aşamada kullanılabilecek uygun bir test olarak, sıra korelasyonu yöntemi görülmektedir. $\sum a_j X_{ij}$ şeklinde hesaplanacak performans skorlarıyla, finansal başarıyı temsilen bağımlı değişken olarak kullanılacak bir karlılık oranı arasında yüksek sıra korelasyonu elde edilmesi, teşkil edilmiş performans indeksinin uygunluğunu gösterecektir. Bu durumda, sorun, çeşitli denemeler yaparak, en yüksek sıra korelasyonunu sağlayacak a_j katsayılar setinin tesbit edilmesinden ibaretir. Bu aşamada bir bilgisayar programından yararlanılması çok sayıda denemenin kısa sürede yapılabilmesini sağlayacaktır.

VI. SEKTÖREL BİR UYGULAMA

Firmalar arası karşılaştırmaya yönelik analizlerin tutarlılığını etkileyen en önemli faktörlerden biri, karşılaştırılacak firmaların aynı endüstride bulunmalarıdır. Bu nedenle performans indeksinin sektör bazında hesaplanması daha uygundur. Bu durum gözönünde bulundurularak, yeterli sayıda firmayla ilgili veri temin edilebilen üç sektör için ayrı ayrı performans indeksleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Veri temin edilebilen üç sektör; dokuma, çimento, metal eşya-makina sektörleridir. Bu üç sektörde 1979-1983 yıllarına ait bilanço ve gelir tablosu verileri elde edilebilen firma sayısı sırasıyla 50, 34 ve 50 olmuştur.

Analizde kullanılacak bağımsız değişkenlerin seçiminde şu kriterler gözetilmiştir :

i. Seçilecek değişkenlerin daha önce sözü edilen gruplardan birine dahil edilebilmesi,

ii. Artan değerleri olumlu kabul edilebilecek oranların bağımsız değişken olarak seçilmeleri,

iii. Seçilecek bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonların düşük seviyelerde olması.

Bu kriterlere uygun olarak, aşağıdaki oranların analize dahil edilmesine karar verilmiştir :

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1- Likidite	: X_1	: Cari oran
	X_2	: Likit oran
	X_3	: Net çalışma ser./Toplam Varlıklar
2- Alacak devri	: X_4	: Satışlar /Alacaklar
3- Stok devri	: X_5	: Satılan malın maliyeti /Stoklar
4- Sermaye devri	: X_6	: Satışlar/Sabit Varlıklar (net)
	X_7	: Satışlar / Toplam Varlıklar
5- Finansal kaldıraç	: X_8	: Toplam Borç/Toplam Varlıklar

Performans fonsiyonu anamırken, aynı grupta yer alan oranlar sırasıyla analize dahil edilerek hangisiyle daha iyi sonuç alınabileceğine bakılmıştır.

Bu değişkenlere ilaveten, firma ölçeğinin kârlılık üzerinde herhangi bir etkisi olup olmadığının irdelenmesi amacıyla, toplam varlıklar değişkeni (X_9) de analize dahil edilmiştir.

Herhangi bir yılda meydana gelebilecek arızi etkilerin tesirini giderebilmek amacıyla, 1980,81,82 yıllarına ait oran değerlerinin ortalaması alınmıştır. Bu değerler üzerinden hesaplanan korelasyon matrisleri; likidite oranları (X_1,X_2,X_3) arasında % 75-90 arasında değişen, sermaye devri oranları (X_6,X_7) arasında % 60-70 arasında değişen korelasyon bulunduğunu, farklı gruplardaki oranlar arasındaki korelasyonların ise % 50'nin altında kaldığı ve analizleri bozacak büyüklüklere erişmediğini göstermektedir.

Gözlem değerlerinin (X_{ij}), 0-100 arasında yeni değerlere dönüştürülmesinde (NX_{ij}) birikimli normal dağılım fonksiyonundan yararlanılması yoluna gidilmiştir. Bunun için her değişkene ait değerler, ayrıca lnX ve $\sqrt{X}$ dönüşümlerinin normal dağılıma uygunluğu ki-kare testiyle irdelenmiş, en küçük ki-kare değerine sahip form normal dağılıma en uygun kabul edilerek NX_{ij} değerleri hesaplanmıştır. Her sektör için oranların normal dağılıma en yakın dönüşümleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1

Oranların normale en yakın formları

Dokuma	$\sqrt{X_1}$	$\sqrt{X_2}$	X_3	$\sqrt{X_4}$	LnX_5	$\sqrt{X_6}$	$\sqrt{X_7}$	X_8	LnX_9
Çimento	LnX_1	LnX_2	X_3	LnX_4	X_5	$\sqrt{X_6}$	X_7	X_8	LnX_9
Metal eşya-Mak.	$\sqrt{X_1}$	$\sqrt{X_2}$	X_3	$\sqrt{X_4}$	$\sqrt{X_5}$	$\sqrt{X_6}$	$\sqrt{X_7}$	X_8	$Ln\ X_9$

NX_{ij} değerleri hesaplandıktan sonra son olarak, a_j katsayılarının belirlenmesi aşamasına gelinmiştir. Daha önce belirtildiği gibi bu aşamada, bağımlı bir değişkenle, herhangi bir a_j katsayı setine göre hesaplanmış performans skorları arasında sıra korelasyon katsayısı (Spearman r_s) aranmış, katsayı seti sürekli değiştirilerek, bu korelasyonun en yüksek değeri aldığı a_j katsayı seti bulunmuştur. Bağımlı değişken olarak (Y), finansal amaca ulaşmanın temsilcisi olabileceği düşünülen, "Dönem kârı/Öz sermaye" oranı kullanılmıştır. Bir bilgisayar programı aracılığıyla yürütülen aşamalar sonucunda her üç sektör için elde edilen sonuçlar şöyledir :

Dokuma : $PI = .48\ NX_1 + .12\ NX_4 + .01\ NX_5 + .22\ NX_7 + .17\ NX_8$

$r_s = .5713 \quad r_{s\ .001,48} = .465$

Çimento : $PI = .51\ NX_3 + .07\ NX_4 + .06\ NX_5 + .21\ NX_8 + .15\ NX_9$

$r_s = .8720 \quad r_{s\ .001.32} = .563$

Metal eşya : $PI = .49\ NX_3 + .01.NX_4 + .39\ NX_7 + .10\ NX_8 + .01\ NX_9$

$r_s = .7364 \quad r_{s\ .001,48} = .465$

Görüldüğü gibi , elde edilen sıra korelasyon değerleri 0.001 güven sınırında anlamlıdır. Her üç sektör için likidite oranları en yüksek katsayıları almış, Dokuma ve Metal eşya sektörlerinde sermaye devri oranı ikinci derecede önemli oran olmuş, borçluluk oranı ise her üç sektörde anlamlı katsayılar almıştır. Bu durum, analizin yapıldığı dönemin özellikleri ile oldukça uyum halindedir. Gerçekten analiz dönemi, imalat sektöründe önemli likidite sıkıntısının yaşandığı, enflasyonun

yüksek boyutlara ulaştığı bir dönemdir. Dolayısıyla likidite durumlarını sağlam olan, reel faiz oranının oldukça düşük olmasından yararlanarak borçluluk oranlarını arttıran firmalar, diğerlerinden daha başarılı olabilmişlerdir.

VII. SONUÇ

Bu yazıda firmaların finansal tablo verilerinden hareketle, finansal başarılarını 0-100 arasında ölçecek çok değişkenlibir performans indeksi modeli önerilmeye çalışılmıştır. Bunun için, firmanın amacının ne olduğu açıklanmaya çalışılmış, amaca ulaşmanın araçları ve başarı göstergeleri tanıtıldıktan sonra çok değişkenli bir gösterge olarak geliştirilen yeni bir model önerisi getirilmiştir. 1980-1982 yılları arasında, üç sektörde yapılan uygulama oldukça olumlu sonuçlar vermiş, modelin kullanılabilirliği hakkında umut verici olmuştur. Ele alınan sektör ve döneme göre, finansal başarıyı etkileyen değişkenlerin ve katsayıların farklı olabileceği kuşkusuzdur. Ancak belli bir dönem ve sektör için performans fonksiyonu belirlendikten sonra firmaları karşılaştırmak, doğru bir şekilde sıralayabilmek mümkün olabilmekte, böylece gerek kredi kurumlarına, gerek yatırımcılara, gerekse firma yöneticilerine ilgilendikleri firmanın endüstri içindeki göreli durumu hakkında fikir sahibi olma imkanı sağlanabilmektedir.

KAYNAKÇA

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

[1] CARLSON, Charles Robert : A Financial Efficiency Model. MSU Business Studies, Michigan State University, U.S.A., 1975.

[2] DEAKIN, Edward B. "Distributions of Financial Accounting Ratios : Some Empirical Evi ence", Accounting Review 51, (January 1976), pp. 90-96.

[3] GOMBOLA, Michael J. and J.Edward KETZ, "Financial Ratio Patterns in Retail and Manufactiring Organizations", The Journal of Financial Mgt. Association, (Summer 1983), pp. 45-56.

[4] HORRIGAN, James I., "Some Empirical Bases of Financial Ratio Analysis", Accounting Review 40, (July 1965), pp. 558-568.

[5] LEV Baruch, Financial Statement Analysis : A New Approach, Prentice-Hall inc., New Jersey, 1974.

[6] LEVY Haim and Marshall SARNAT, "A Pedagogic Note on Alternative Formulations of the Goal of the Firm", Journal of Business, vol.50, (October 1977), pp. 526-528.

[7] LIBBY Robert, "Accounting Ratios and the Prediction of Failure : Some Behaioral Evidence", Journal of Accounting Research 13, (Spring 1975), pp. 150-161.

[8] PINCHES, George E., Kent A. MINGO and J. Kent CARUTHERS, "The Stabilitiy of Financial Patterns in Industrial Organizations", Journal of Finance, vol.28, (May 1973), pp. 389-396.

[9] SHASHUA L. and Y.GOLOSCHMIOT, "An Index for Evaluating Financial Performance Journal of Finance, vol.29, No.3, (June 1974), pp. 797-814.

[10] STEVENS, Donald L. "Financial Characteristics of Merged Firms : A Multivoriate Analysis" Journal of Financila and Quantitative Analysis, (March 1973), pp.149-158.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

BİR SOSYOTEKNİK SİSTEM ÇIKTISI OLARAK ŞİRKETLERDE UZUN VADELİ PLANLAMA YÖNTEMİ

AYHAN SÜREK
STFA ENERJİ TELEKOMÜNİKASYON A.Ş., ANKARA

DOÇ. DR. GÜLSEREN ÜNLÜ İZMİR
STFA HOLDİNG A.Ş., İSTANBUL

ÖZET

Türkiye'de planlama Osmanlı İmparatorluğunun son dönemlerine kadar devletin yatırım ve bütçelemesi, askeri planlama gibi makro seviyelerde yapılırken, özellikle 19. y.y.'da ticaretin gelişmesi ve ticaretin çelişim merkezlerinin liman şehirleri olması, bu bölgelerdeki ufak işletme sahiplerinin mikro seviyede planlama anlayışını da yeşertmiştir. Ancak Türkiye'de şirketler düzeyinde bir planlama anlayışı ilk temellerini, tüm sosyal yaşamı etkileyen Cumhuriyet olgusu ile atmıştır.
Özel girişimciliğin ve küçük işletmeciliğin 1920 li yıllardan sonra gelişmeye başlaması bu konuda gelişmiş ülkelerdeki Kurum Kültürünün yaklaşık 200 yıllık bir gecikme ile Türkiye pratiğine de yansımaya başlaması sonucunu doğurmuştur.

1970 li yıllarda Dünya'da petrolün kazandığı önem ve Türkiye'de gelişmekte olan taahhüt sektörünün özel konumu Türkiye tarihinde ilk defa özel işletmeciliğin uluslararası koşullarla karşı karşıya kalmasını sağladı. Türkiye'de gelişmeye çalışan taahhüt firmaları domestik karakterleri ile uluslararası ekonominin karmaşık rekabet ortamına girdiler. Bu olay Türk firmalarını yüzyıllardır uluslararası koşullarda iş yapmaya alışmış gelişmiş ülke firmalarının yönetim ve sistem anlayışı ile bir anda karşı karşıya getiriyordu.

Ekonomilerini yüzyıllarca uluslararası ticarete dayandırmış, dünyada fazla üretip fazla tüketmiş ülkelerin dünya piyasasında faaliyet gösteren firmalarının faaliyetleri nasıl planlanıyordu? Planlama anlayışları koşulların yönlendirdiği kısa vadeli ve hatta günlük problemlerin çözümüne veya çözüm prosedürüne mi dayanıyordu? Yoksa koşullar insan ve hatta grup bilincinin yarattığı uzun vadeli planlamaları belirleniyordu? Özellikle Endüstri Devriminden sonra Dünya'da faaliyet gösteren firmalar geleceğin belirsizliğine karşı tedbir alma gereksinimi duymaya başladılar. Bu gelişim günümüzün karmaşık ekonomik ve sosyal problemleri, iletişim olanaklarındaki gelişim ve uzun vade anlayışının gittikçe daralan bir zaman dilimini ifade etmeye başlaması ile bugün planlamanın vazgeçilmez, bir yöntem olarak kullanılmasına kadar geldi.

Planlama, bireylerin yaşam anlayışı, aile ekonomisinden ülke bütçelerine kadar çok geniş bir spektrumda kullanılırken tabii ki toplumsal kültürden vazgeçilmez olarak etkilenmektedir. Bireylerin planlı yaşam anlayışı işletmelerde planlamanın etkinliğini ve uygulama olanağını doğrudan etkilerken, toplumsal yaşam anlayışı da çalışma koşullarında planlama ve geleceğin belirsizliğini ortadan kaldırma çabasını adeta istemdışı bir toplumsal davranış biçimi haline getirmiştir.

Türkiye'nin adeta doğu ve batı sentezi haline gelmiş toplumsal kültürü bir yandan küçük işletmelerin kısa vadeli problemleri çözmek ile özdeşleşen faaliyet anlayışını yaşatırken bir yandan da gerek uluslararası gerekse ulusal koşulların artık zorunlu kıldığı planlı çalışmanın yerleşmesi ve gelişmesini reddetmemektedir. Ancak Türkiye'de büyük firmalar faaliyet anlayışları içerisinde planlamanın gerekliliğine ve vazgeçilmezliğine güngeçtikçe daha fazla yer verirken bu faktörü pratiğe uygulamada karşılaştıkları zorlukları da yenmekte kararlı bir yol izleyememektedirler. Bu da uzun vadeli planlamanın kurumsallaşma ile doğru orantılı ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Boyutları ne olursa olsun bugün planlı çalışma anlayışına en yakın firmalar göreceli olarak en fazla kurumsallaşmış olanlardır.

Planlamanın gerçekçiliği ve uygulanabilirliği hiç şüphe yokki planlamaya temel oluşturan verilerin doğruluğu ile doğru orantılıdır. Planlamada verilerin doğru olması kadar, verilerin çeşitliliği ve kaynaklarından planlama noktasına gelinceye kadar kullanılan kanal ve yöntemlerde önemli olmaktadır. Bu da organizasyonları kendilerine en uygun planlama sistemlerini kurmaya itmektedir.

Bu sistemleri kurmak, bizzat organizasyon değişikliğini dahi içeren ve hatta faaliyet yapısını derinden etkileyen bir dizi düzenlemeye gitmeyi gerektirebilmektedir. Bu organizasyon faaliyeti özellikle sosyokültürel yapısında planlamayı özümlemeye çalışan toplumlarda bir dizi zorluğun yenilmesini gerektirmektedir.

Planlama yapısı itibarı ile birkez yapılıp bırakılan veya birtakım formaliteleri yerine getirmek için uygulanan prosedürler değil, aksine bizzat faaliyeti denetleyen, zamanında tedbir almaya iten, yönlendiren bir karar verme tekniği olarak düşürülmelidir. Bu anlamda planlama değişken değil yaşayan bir yapıya sahiptir.

Türkiye'nin kendi iç dinamiği içerisinde planlı çalışmaya kararlı şirketlerin planlarını uygulamada karşılaştıkları bir dizi sorun vardır.
Bu sorunların başında şirketlerin gelişmiş ülkelerde olgunlaştırılmış sofistike planlama yöntemlerini aynen alarak uygulamaya çalışmaları gelmektedir. Bu da kurumsal kültürün planlamadaki etkisi gözardı edildiğinden yalnızca gösterişli bir çaba olmaktan ileri gitmemektedir. Planlama prosedüründe yöntem kurma, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde sürekli çözümü gerektiren bir dizi sorunu ortaya çıkarmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. TÜRK İŞLETMECİLİĞİNDE SİSTEM ANLAYIŞININ GELİŞMESİ

Bilindiği gibi Osmanlı İmparatorluğu'nun temel ekonomik karaterini tarıma bağlı yapısı, temel siyasi karakterini de merkezi devletçi yapısı oluşturuyordu. 17. yüzyıla gelinceye kadar ülkedeki zenginlik ülke içinde tarıma dayalı bir ekonomiden ve ülke dışında bağlı ülkelerden elde edilen gelirlerden oluşan devlet kaynaklarında birikmiştir. Osmanlı İmparatorluğu'nun bu merkezi devletçi yapısı askeri sistemler, vergi sistemleri gibi devletin örgütlenmesine dayalı sistemleri öncelikle geliştirmiştir. Devlet gücünün örgütlenmesi her zaman mikroekonomik örgüt ve sistemlerin doğup gelişmesine tercih edilmiştir. Bunun doğal sonucu olarak Osmanlı döneminin örgüt ve sistem anlayışını devlet örgütleri ve askeri sistemler karaterize etmiştir. 17. yüzyıla doğru özellikle Avrupa ülkelerinin iç dinamiğinde gelişmeye başlayan ticaret ve küçük işletmeciliğin yeşerttiği sivil örgütlenme ve planlama anlayışı Osmanlı İmparatorluğu'na etkin olarak girememiştir. Zaten kırsal kesimde kapalı köy ekonomilerine dayalı bir yapının doğasına aykırı olan ticaret ve girişimcilik Osmanlı İmparatorluğu'nun varlığı boyunca hiçbir zaman kendi iç dinamiğinde gelişim olanağı bulamamıştır. 17., 18. ve 19. yüzyılda batı ile başlatılan ticaret ilişkileri de bu kapalı yapıya müdahele edememiş ve sivil sistemlerin geliştirilmesine katkıda bulunamamıştır.

1838-41 yılları arasında İngiltere'den başlanarak bir dizi Avrupa ülkesi ile imzalanan serbest ticaret anlaşmaları neticesi Osmanlı topraklarında yabancı ticaret erbabı güç kazanmıştır. Ancak bu yerli girişimcilik ve ticaret sistemlerinin sivil örgütlenmesinin hiçbir zaman geliştiremediği gibi yerli nüfus kendini bu gelişen yabancı ticaret erbabından ve bunların kazançlarından ekonomik, siyasi ve kültürel anlamda tamamıyla soyutlanmıştır. [1].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tüm sosyal, kültürel ve ekonomik yaşamı derinden etkileyen Cumhuriyet olgusuna gelinceye kadar, ülkede girişimcilik düşüncesinin gelişememesi sivil sektörde sistem kurma, geleceği planlama ve gelecek hakkında ekonomik tahminlerde bulunma alışkanlıklarının yerleşmesini engellemiştir. Bu, ülkede bireylerin bağımsız ekonomik birimler olarak ortaya çıkamamasının kaçınılmaz sonucudur.

Cumhuriyet'in Türkiye'nin siyasal üst yapısında meydana getirdiği büyük değişiklik kendini çok kısa sürede, sosyal yaşam, eğitim, giyim vs. gibi diğer üst yapı kurumlarında da gösterirken bu siyasal olgunun ekonomiyi ve Türkiye'deki üretim biçimini değiştirmesi daha uzun bir süreyi almıştır. Yani toplun fes giymekten, birkaç yıl içerisinde vazgeçebilmiş ancak doğulu üretim biçiminden, kapalı köy ekonomisinden vazgeçmeye yönelmesi çok daha uzun bir süre almıştır. Osmanlı İmparatorluğu zamanında kara sabanı ile küçük toprak parçasını işleyerek geçimini sağlıyan köylü, daha uzun yıllar aynı yoldan aynı yöntemlerle geçimini sağlamaya belki kıyafetini, belki kullandığı yazı biçimini vs. değiştirerek devam etmiştir. Bu durum Cumhuriyetten sonra dahi daha bir müddet ticaret, girişimcilik ve dolayısı ile sivil ekonomik kurumlar, ya da devlet tekelinde yada gayri müslüm ticaret erbabında kalmıştır.

1930'lu yıllarda dünya ekonomisinin konjonktürel durgunluğu Türkiyenin kendi içine kapalı, fırsat arama ve girişimciliğin yaratıcı etkilerinden zaten uzak ekonomisini derinden etkileyememiştir. Ancak bu olgunun Dünyaya kazandırdığı organizasyon, planlama ve ekonomik tahmin yöntemleri Türkiye'de yeni gelişmeye başlayan yerli işletmeciliği yüzeysel de olsa etkilemeye başlamıştır.

İkinci Dünya Savaşının hemen ardından çok yönlü olarak gelişmeye başlayan yönetim ve işletmelerde sistem anlayışı ve felselfeleri Türkiye'deki devlet işletmelerini kaçınılmaz olarak etkilemiş, yapısal olarak gereksinme duyulmasa dahi dünyanın yaşadığı tecrübenin bir

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

yansıması şeklinde organizasyonlarda uygulanmaya başlanmıştır. Ancak bu, kapalı köy ekonomisinin yapısal özelliklerini ortadan kaldırmamış ve hatta bu yapının getirdiği kültürel alışkanlıklar devlet işletmelerinde ve küçük girişimcilikte de kullanılagelmiştir.

Cumhuriyet'le birlikte sanayide devlet anlayışının gelişmeye başlaması devletin büyük yatırımlara öncülük etmesi, 1960'lardan sonra devlet işletmeciliğinde sistem düşüncesinin oluşmasına neden olmuştur. Özellikle, yabancı kaynaklara dayalı yatırımlarda iş planlaması şart koşulmuş ve gelişen kantitatif karar verme teknikleri kullanılmaya başlanmıştır.

1970'li yıllarda petrol fiyatlarındaki hızlı artış ile başlayan ekonomik krizden değişik ülke sektör ve firmaların değişik oranlarda etkilenmiştir. Makro seviyedeki dünya ekonomisine entegre olamamış olan ülkemiz ortamdaki değişikliğin geç farkına varmış olsa dahi, uzun yıllar sadece iç piyasa ile yetinmiş birkaç firma, dış pazarlarla yüzyüze gelme olanağını elde etmiştir. Bu durum Türkiye tarihinde ilk defa özel firmalarda planlı çalışma, sistem kurma talebini ortaya çıkarmıştır. Bu zorunlu talebin farkına dahi varamıyan birçok firma dış pazarlarda varlık göstereneyip kapanma tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır [2].

2. ÇOK ULUSLU ŞİRKETLERDE UZUN VADELİ PLANLAMA VE STRATEJİK KARAR ANLAYIŞININ GELİŞİMİ VE BUGÜNKÜ DURUMUNA BİR YAKLAŞIM

Yönetim teorisi ve pratiğinde planlama ve stratejinin kesin bir yönetim aracı olarak gelişmesi oldukça yenidir. Özellikle 1800'lerden itibaren bizzat girişimcilerin iş sahibi, yönetici ve hatta işçi olarak hareket ettikleri küçük organizasyonlarda birçok iş, pazar ve rekabet konularında hedef, strateji ve politikaların sezgisel olarak belirlenmesi ile yürütülüyordu [3]. Bu durum iş hacimlerinin ve dolayısı ile de organizasyonların yeni bir idari ofise ihtiyaç duyacak boyutlara gelmelerine kadar sürdü. İş hacimlerinin büyümesi organizasyon amaçlarının formal hale getirilmesi ve hatta bu amaçların belirlenme prosedürünün açığa kavuşturulmasını gerektirmeye başladı.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Büyüyen işler için yerli piyasalar yetersiz kalmaya başlayınca büyümenin devamını garantilemek üzere coğrafi faaliyet alanını büyütmek kaçınılmaz oldu. Gerek yeni pazarlar arama mecburiyeti ve gerekse talebin hızla çeşitlenmesi organizasyonları fonksiyonel bölge politikalarını önceden belirlemeye zorladı. Bu tür politikalar değişik ünitelerin koordine hareket mekanizmasını kurmayı amaçlıyordu. Ancak bu aşamada firmaların üst yönetimleri özel bir karar verme tekniği veya yöntemi kullanmaksızın, değişik bölgelerde ne gibi pazar politikaları uygulamaları gerektiğine sezgisel olarak karar veriyorlar ve değişik politikaları entegre etmeye çalışıyorlardı.

Firmalar büyümeye devam ederken teknolojik gelişim yüksek bir ivme ile seyrediyordu. Bu durum şirket organizasyonlarına yeni fonksiyonlar eklerken, şirketleri formal politikalar tespit etmeye, geleceği ilgilendiren kararlarında pozitif bilimlerden daha fazla yararlanmaya itti. Özellikle İkinci Dünya Savaşını takip eden yirmi yıl boyunca firmalar geleceğe yönelik tahminlerde ve stratejilerini belirlemede çeşitli sahalarda gelişen teknolojilerden ve pozitif bilimlerden hızla yararlanmaya başladılar. Bu stratejik saptamanın bir yönetim fonksiyonu olarak gelişmesine ve yönetimin bu fonksiyona özel bir önem vermesine neden oldu. Değişik alanlarda gelişen teknolojileri uzun vadeli karar alma prosedüründe etkin olarak kullanabilen firmalar uluslararası piyasada büyüyebildi ve teknoloji ile doğru orantılı olarak gelişen pazarı ellerinde tutabildi.

1970'li yıllarda bu tür firmaların yönetimlerini iki önemli karar sürekli meşgul eder duruma gelmişti: Birincisi hangi iş portföyünde rekabet edecekleri, ikincisi portföylerine aldıkları herbir konuda ne tür bir strateji uygulayacakları.

Ancak 1980'li yıllara gelindiğinde teknolojideki gelişmeler ve pazar koşulları o derece karmaşık bir duruma geldi ki uluslararası piyasada faaliyet gösteren firmaların yalnızca birkaç faktörü değerlendirerek

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

rasyonel stratejik karar vermeleri, uzun vadeli planlamalarını bu birkaç faktörün değerlendirmesine dayandırmaları olanaksızlaştı. İşletmelerin çevreleri çok çeşitli siyasal, toplumsal, kültürel, teknolojik, ekonomik etkenlerin rol oynadığı girift bir yapı arzetmeye başladı. Dolayısı ile bu hızlı değişim döneminde sınırlı sayıda değişken baz alınarak yapılmış hesaplamalara dayanan stratejik planlar güvenilmez olmaya başlamıştır [4].

3. PLANLAMADA KÜLTÜRÜN ROLÜ

Bilindiği gibi tarih boyunca bireylerin yaşam anlayışı, toplumsal kültür, üretim ve örgütlenme biçimleri kuvvetli bir etkileşim içersinde gelişmiştir. Ortaçağın toprak mülkiyetine dayalı üretim biçimi çok katı, hatta kan bağlarına dayalı hiyerarşik örgütlenme biçimlerini ortaya çıkarırken aile ilişkilerinden, insan haklarına kadar tüm sosyal ilişkileri de kendine özgü bir kültürün çatısı altında şekillendirmiştir. Aynı şekilde yeni çağ, yakın çağ, sanayi devrimi ve günümüze kadar tüm değer yargıları, insan ilişkileri ve yaşam alışkanlıkları zaman içersinde değişim gösterip yorumladıkları dönemin tüm kurumlarını yapısal olarak etkilemişlerdir. Elbetteki bu yakın etkileşim yalnızca yaşanılan zaman dilimine bağlı kalmayıp, içinde bulunulan coğrafi bölgenin, ülkenin ve hatta sosyal çevrenin özel koşullarına göre değişik sonuçlar doğurmaktadır. Belli bir zaman diliminde, belli sosyal çevrelerde bulunan bireylerin yaşam alışkanlıkları, değer yargıları kısaca kültürleri, yarattıları organizasyonların yapısını öncelikle belirlerken bu organizasyonların güvenilirliğini, çalışma yöntemlerini ve istikrarlılıklarını da etkilemektedir.

Planlamayı toplumsal yaşamın kaçınılmaz bir ögesi olarak algılayan kültürlerde organizasyonlar daha kuruluş aşamalarında planlanıyor. Bu kültürel ortamda planlı faaliyet adeta istendışı bir davranış haline geliyor. Özellikle girişimciliği, yaratıcılığı bir yaşam biçimi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

haline getiren toplumlarda geleceğin belirsizliğine karşı tek mücadele yöntemi olan planlama, gerekli olup olmadığı üzerinde fazla düşünülmeksizin mutlaka kullanılmaktadır. Yani bu toplumlarda planlama toplumsal bir davranış biçimi olmuştur. Texas Instrument's in Yönetim Kurulu Başkanının söylediği gibi "Yenilikçilik kültürü kurumca özümlenmeseydi hedef, strateji ve taktik (yani tümü ile planlama sistemi) kısır bir çaba olmaktan öteye gidemezdi"[5]. Planlamadan iş yapmama, hatta planlamadan yaşıyamama alışkanlığı yalnızca kendi iç dinamizmlerinde yaratıcılık, girişimcilik, yenilikçilik faktörlerini kültürel olarak yaşamış toplumlarda gelişmiştir.

Yani özel girişimciliği ekonomi tarihlerinin son sayfalarına sığdırmaya çalışan kültürler planlama alışkanlığını değil, planlama yöntemlerini, yüzeysel olarak kullanma yoluna gitmektedirler. Eğer girişimcilik, yaratıcılık, yenilikçilik ekonominin vazgeçilmez parçası oluyorsa toplumsal kültürüde bu yönde etkiliyor. İşte bu noktada toplum, bütünüyle geleceği görmek, geleceğin belirsizliğine karşı tedbir almak istiyor ki bu durumda tek çıkış yolu planlamayı özümlemektir.

4. ŞİRKETLERDE PLANLI FAALİYET ANLAYIŞININ BU GÜNKÜ DURUMU VE TOPLUMSAL KÜLTÜRÜN PLANLAMAYA ETKİSİ

Türkiye'nin adete Doğu ve Batı Sentezi haline gelmiş toplumsal kültürü bir yandan küçük işletmelerin kısa vadeli problemleri çözmek ile özdeşleşen faaliyet anlayışını yaşatırken bir yandan da gerek uluslararası gerekse ulusal koşulların zorunlu kıldığı "PLANLI ÇALIŞMA" nın yerleşmesi ve gelişmesini reddetmemektedir. Ancak Türkiye'de büyük firmalar faaliyet anlayışları içerisinde planlamanın gerekliliğine ve vazgeçilmezliğine güngeçtikçe daha fazla inanırken bu inancı pratiğe dönüştürmede kararlı davranamıyabilmektedirler. Özellikle 1970 yıllarından sonra, uluslararası pazarlarda oldukça büyük taahhüt işlerine giren Türk firmaları, gerek çalıştıkları pazarların özel koşulları gerekse uluslararası piyasa koşullarının hızlı değişim temposuna adapte olmak zorunda kaldılar. Kendi organizasyon yapılarını ve çalışma anlayışlarını çok yönlü bir adaptasyon sürecine sokamıyanlar zaten bu piyasalarda eriyip kayboldular.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uluslararası piyasalarda iş programına uyamananın, üstlenilen projeleri önceden plânlanan şartlarda ve zamanda bitirememenin ne büyük maliyetleri olduğunu pratik tecrübelerinde öğrenen Türk firmaları, geldikleri ülkenin toplumsal kültüründeki ve yaşan alışkanlıklarındaki açık noktaları yönetimlerine ve organizasyon biçimlerine yansıtmamaları gereğinin farkına varmaya başladılar. Bu güne kadar plân, iş programı, bir işin olabilirlik araştırması gibi konular, idareler, kredi veren kuruluşlar, hükümetler tarafından şart koşulan formaliteler olarak görülürken yavaş yavaş firmalar bu tür çalışmalara faaliyetlerinde kullanacakları birer yönetim ve karar verme aracı olarak bakmaya başladılar.

Bu gün birçok Türk firması kendi içersinde plânlama, organizasyon ve sistem bölümleri kurmakta, organizasyonlarında bu bölümlere özel bir önem ve yer vermeye başlamaktadır. Türkiye'nin geleneksel içine dönük konumundan, aşırı korumacı akımlardan sıyrılıp dünya ekonomisi ile çok yönlü bütünleşmeye başlaması sonucu ekonomimiz kendi dışındaki olaylardan sürekli etkilenen ve ezilen yapısını, çevresini etkileyen, olayları sezip değişen koşulların yarattığı fırsatları değerlendirebilen bir bünye ile değiştirmek zorundadır.

Bu uyum elbette sadece maliye, kambiyo ve gümrük engellerini kaldırmakla sağlanamaz [2]. Ekonominin ve hatta toplum yaşamının her sektör ve seviyesinde dünya ekonomisi ve yaşam tarzı ile bütünleşme gerekmektedir. Bu bütünleşmede; toplumdaki bireylerin yaşamlarını plânlama alışkanlığı elde etmesinden, bilimsel tahmin yöntemlerinin işletmelerde bir ihtiyaç olarak kullanılmaya başlanmasına kadar topyekün bir geleceği plânlama çabası kilit faktör olacaktır.

Gerek dünyadaki ekonomik ve sosyal koşulların hızlı değişimi, gerekse Türkiye'nin ve Türk firmalarının bugünkü yapısı, kullanılan plânlama yöntemlerine, plânlama kararlarına veri oluşturan faktör sayısını gün

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

geçtikce arttırmaktadır. Bu faktörleri teker teker değerlendirip yüzde yüz doğru kararlara varmak mümkün olmasa dahi, işletmelerde karara temel olan veri tabanlarını genişletmeye çalışıp planlama ve geleceğe ilişkin kararları mümkün olduğunca geniş bir veri tabanına oturtma çabası kaçınılmaz olmaya başlamıştır.

5. PLANLAMAYA VERİ OLUŞTURAN FAKTÖRLER VE BİLGİ AKIŞININ DÜZENLENMESİ

Planlamanın gerçekçiliği ve uygulanabilirliği hiç şüphe yokki planlamaya temel oluşturan verilerin günvenirliliği ile doğru orantılıdır. Planlamada veri tabanını, kaynağından doğrudan elde edilen bilgiler oluşturduğu gibi birtakım tahminlere (forecasting) dayalı veriler de oluşturabilir. Zaten planlama düşüncesinin kendisi tahminler üzerine kurulmuştur.

Planlamanın, üzerine kurulduğu veri tabanının subjektifliği artığı sürece güvenirliği, gerçekleştirilme olasılığı azalacaktır. Bununla beraber tahmin yürütme (forecasting) mükemmel olarak yapılmasada hiç yapılmadığı durumdan herzaman iyidir [6]. Değişken çevreyi algılamada yanılma olanağına, sebep sonuç ilişkilerinin yanlış algılanabilmesine, yukarı ve aşağı trendlerin yanlış yorumlanabilmesine, çevre etkilerinin yadsınabilmesine rağmen, planlama ve tahmin yürütme (forecasting) sosyoteknik sistem çalışmaları içersinde mutlaka çok önemli bir rol oynıyacaktır.

Teknolojik, ekonomik, sosyal değişkenler kendi içlerinde bir dinanizme sahiptirler ve birbirleri ile sürekli etkileşim içersindedirler. Tahmin yürütme ve dolayısı ile planlamanın günvenirliliğini dört ana faktör etkileyebilir. Birincisi "öngörülemeyen etkileşimler"; örneğin İkinci Dünya Harbine katılan ülkeler ile bugün kıtalar arası nükleer silahların geliştirilmesi arasındaki doğrudan etkileşimi kimse daha önceden düşünemezdi. Yani eğer Amerika, Rusya, Japonya

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

gibi ülkeler İkinci Dünya Harbine katılmamış olsaydı acaba bugünkü kıtalar arası nükleer silah teknolojisi bu boyutlarda gelişirmiydi? İkincisi "Beklenmeyen talep değişimleri" : Öngörülmeyen şartlar yeni talep alanları yaratabilir. Silahlanma teknolojisindeki talebin, bilgisayarlara kayması, bilgisayar teknolojisinin gelişmesine ve bu gelişimde yine bu teknolojiye olan talebin patlamasına neden olmuştur. Üçüncüsü "Büyük buluşların yapılması" : Örneğin, transistörün, yarı iletkenlerin bulunuşu, pazar koşullarını çok yönlü etkileyerek önceden tahmin edilemeyen koşulların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Dördüncü olarakta "Veri kaynaklarının yetersizliği" sayılabilir. Doğal olarak yetersiz veya hatalı veri kaynaklarına dayalı olarak yapılacak planlama gerçekçiliğini ve uygulanabilirliğini yitirecektir.

Planlama için gerekli olan bilgilerin doğruluğu ve güvenirliği kadar, bu bilgilerin planlamacıya geliş tarzıda önemlidir. Bu anlamda firmaların formal ve yazılı haberleşme kanallarını kullanmaları planlamaya temel teşkil eden verilerin güvenirliğini arttıracaktır.

Genellikle klasik organizasyon düşüncesinde bilgi akışını düzenleyen teknolojilere son derece az önem verilmiştir. Oysa şirketlerin gerek faaliyetlerinde gerekse planlanalarında hem çevreyle hemde kendi içlerinde, entegre olma ihtiyacı giderek artmaktadır. Dolayısı ile organizasyonlarda bilgi ve haberleşme teknolojisi gelecek için bir merkezi güç oluşturmaktadır [7]. Hangi kuruluşta olursa olsun etkin bir bilgi akışı, doğru kararların ve gerçekçi planlamaların vazgeçilmez unsurudur. Bu gün şirketler bilgi akışında karşılaştıkları engellerin verimlilik düşüşüne, kaynak kaybına sebep olduğunu tecrübe etmelerine rağmen halen haberleşme sisteminin önemli bir rekabet üstünlüğü getirdiğini pratikte anlamış görünmemektedirler. Dolayısı ile de çoğu zaman planlamada kullanılan bilgiler kişilerin kendi kafalarındaki deneysel verilerden, teknik bilgilerden, hatta inanaçlardan derlenerek organizasyonlara noledilmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Ülkemizde şirketlerde bilgi akım sistemlerinin düzenlenmeyişi, bilginin ve tecrübenin kurumlara mal edilemeyişini beraberinde getirmektedir. Bu da tecrübe bilgi ve kültür bakımından köklü, güvenilir ve etkin kurumlar, organizasyonlar yaratmak yerine, organizasyonlarda tecrübe, bilgi ve kültür bakımından vazgeçilmez insanlar yaratmaktadır. Yalnızca bilgi depolama biçimlerinde değil, bilginin kullanımında da genellikle planlama görevini üstlenen makama doğru bilgi yerine optimistik bilgiler gittiğinden planlama çoğu zaman gerçekçilikten uzak optimist ve gerçekleştirilmesi imkânsız olmaktadır. Çok makro seviyedeki planlardan mikro düzeyde olanlara kadar, kesin sınırları olmıyan ve bir türlü gerçekleştiremediğimiz planlara sahip olmanızın ana nedeni budur.

6. PLANLAMA SÜRECİNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Planlama sürecinde karşılaşılan problemlerin evrensel özelliklerinin yanısıra, ülkelere ve hatta organizasyonlara göre değişen yapıları vardır. Ülkemizde pratikte sık rastlanan problemlerden biri özellikle uzun vadeli planlama anlayışındaki farklılıklardır. Çoğu zaman planlama olgusu salt bir gelecek tahmini olarak algılandığından üst yönetimin "yanılmaz" öngörüleri planlama olarak kabul edilmektedir [1]. Oysa geleceğin tahmini, planlamanın yalnızca bir kısmıdır. Aynı şekilde bütçe uygulamasına giren firmalar planlama faaliyetini tamamladıklarını zannetmektedir. Finansal planların veya bütçelerin planlamanın alt konularında yalnızca biri olduğu unutulmamalıdır [8].

Genellikle ülkemiz firmalarında, uzun vadeli planlar üst yönetimin isteği üzerine yapılıp bitiriliveren ve birim yöneticilerinin üzerlerinden atmaya çalıştıkları bir görev olarak görülür. Yöneticiler günlük işleri dururken uzun vadeli planlar yapmanın "idealist bir çabadan" başka bir anlam taşımıyacağını düşünürler. Bu da sonuç olarak ortaya çıkan planların uygulanabilir olmasını engellemektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Sistemli düşünme ve karar alma alışkanlık ve yöntemlerinin gelişmediği kuruluşlarda rasyonel planlar yapmanın ve faaliyetleri bu plânlara göre yürütmenin olanağı yoktur. Küçük kuruluşlarda yapılan işin fazla karmaşık olmaması nedeni ile yönetimde belli sistemlerin kurulması gereği hissedilmediğinden, kuruluşun boyutlarının aniden büyümesi durumunda (ki özellikle taahhüt sektöründe bu böyle olmaktadır) çoğu zaman organizasyonun boyutları işin boyutları altında ezilip kaybolmakta etkinliğini tamamen yitirmektedir. Boyutları oldukça büyük işlerin, bilinçli organizasyonlar olmadan yürütülmesi de plânlı çalışma alışkanlık ve gereğinin önündeki en büyük engellerden biridir.

Bunların yanısıra göreceli olarak iyi gittiği düşünülen işlerde ayrıca bir uzun vadeli plân yapma gereği hissedilmemesi de yaygın bir alışkanlıktır. Oysa şirketlerde plânsız olarak iyi giden işin, şimdilik iyi gittiği, plânlı olarak kötüye giden işlerinde şimdilik kötü gideceği gözardı edilen bir noktadır.

Uzun vadeli plânlama yalnızca firmanın çevresinin değil firmanın organizasyonunun, ana politikalarının, hedef ve amaçlarının sistematik olarak incelenmesi, hedeflere götürecek alternatiflerin tespiti ve stratejilerin tayini prosesidir. Bu açıdan plânlamaya veri oluşturacak bilgilerin gelme yöntem ve alışkanlıklarının kuruluşlarda yerleşmemiş ve geliştirilmemiş olmasıda etkin bir plânlamanın yapılmasına önemli bir engel teşkil etmektedir.

7. PLANIN YAŞAYAN YAPISI

Günümüzde artık plânlama bir defa yapılıp bitirilen ve mutlaka gerçekleştirilmesi düşünülen bir faaliyet olmaktan çıkmıştır. Plânlar zaman içersinde tecrübe ve koşulların gösterdiği doğrultuda değişmek ve değiştikleri sürecede gerek organizasyon yapısını, gerekse kısa vadeli kararları değiştirmek zorundadırlar.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Plânlamanın yapısı içerisinde hedef tespiti ve amaç ve hedeflerin formülasyonu önemli bir rol oynamaktadır. Yani şirket uzun vadeli plânlarının belkemiğini,amaç ve hedeflerin belirlenmesi ve bunların formülasyonu teşkil eder. Bu da şirket içi koşulların değerlendirilmesi ve şirket dışındaki fırsatların takibi ve sürekli irdelenmesi ile sağlıklı olacaktır. Bu değerlendirmeler süreklilik arzetmektedir. Dolayısı ile şirket zaman içersinde gerek kendi kontrolu dışındaki faktörlerdeki, gerekse kontrol ettiği faktörlerdeki değişimi sürekli hissedecek, plân ve stratejilerini devamlı olarak yenileyecektir. Bu anlamda uzun vadeli plânlar durağan bir yapıya değil zamanı,yer ve koşullara göre sürekli değişebilen canlı bir yapıya sahip olmalıdır.

Zaman içersinde organizasyonların içinde bulundukları sosyal ve ekonomik ortamın değişmesi ve bizzat organizasyonlardaki yapısal değişiklikler nedeni ile plânlama karar ve yöntemleri de değişmektedir. Stratejik analizler, şirketlerin veya genel anlamda organizasyonların karşılaştıkları ciddi problemler veya üst yönetimdeki anlayış veya karar değişiklikleri neticesi başlatılırlar. Ancak günümüz koşullarında bu tür uzun vadeli analizlerin başlatılmasının birincil nedeni yalnızca karşılaşılan ciddi problemler veya üst yönetimdeki değişiklikler değil aynı zamanda şirket içi ve dışı koşullardaki değişim trendine uyum sağlama çabaları da olmaktadır.

İleri görüşlü yönetimler çevre koşullarını sürekli değerlendirerek problemler çıkmadan önce tedbir alma yoluna girmelidir[9].
(Bkz. Şek.1)

8. UYGULAMADA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Ülkemizde plânlama anlayışının toplumsal kültürümüzün iç dinamiğinde gelişmemiş olması, geleceği düşünmeden, günlük problemleri hallederek yürütülen yönetim sistemlerinin kuruluşunu beraberinde getirmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kuruluşların, bulundukları çevrenin çok hızlı bir değişim sürecinde olduğunu ve varlıklarını bu çevre ile bütünleşmeye borçlu olduklarını görememeleri onları, günlük problemlerle boğuşmaya ve bu problemlerin nicelik ve nitelik olarak ne zaman, nasıl çıkacağını hiçbir zaman bilememeye itmektedir.

Çevredeki değişken faktörler çok çeşitli ve çok yönlüdür. Dolayısı ile günümüzdeki yönetim anlayışı bu faktörleri değerlendirme ve yönetme (uyum + yönlendirme) ye doğru hızla gitmektedir. Değerlendirilebilen faktör sayısı arttıkça firmaların kararlarındaki akılcılık (Rasyonellik) de artmaktadır. Dolayısı ile faaliyet sahası ne olursa olsun her kuruluşun etkin araştırma bölümleri olmalıdır.

Uzun vadeli planlama yalnızca çevrenin değil, firmanın durumunun, ana politikalarının, amaç ve hedeflerinin sistematik olarak incelenmesi ve buna göre stratejilerinin tesbit ve tayini prosesidir. Bu nedenle uzun vadeli planlama üst yönetimler için bir esas görevdir. [8] .Türkiye'de uzun vadeli planlamanın genellikle, yönetimler tarafından ikinci derecede önemli, tali bir iş olarak anlaşılması onların tahmin edemedikleri problemlerle karşılaşıp önemli zararlar görmelerine neden olabilmektedir.

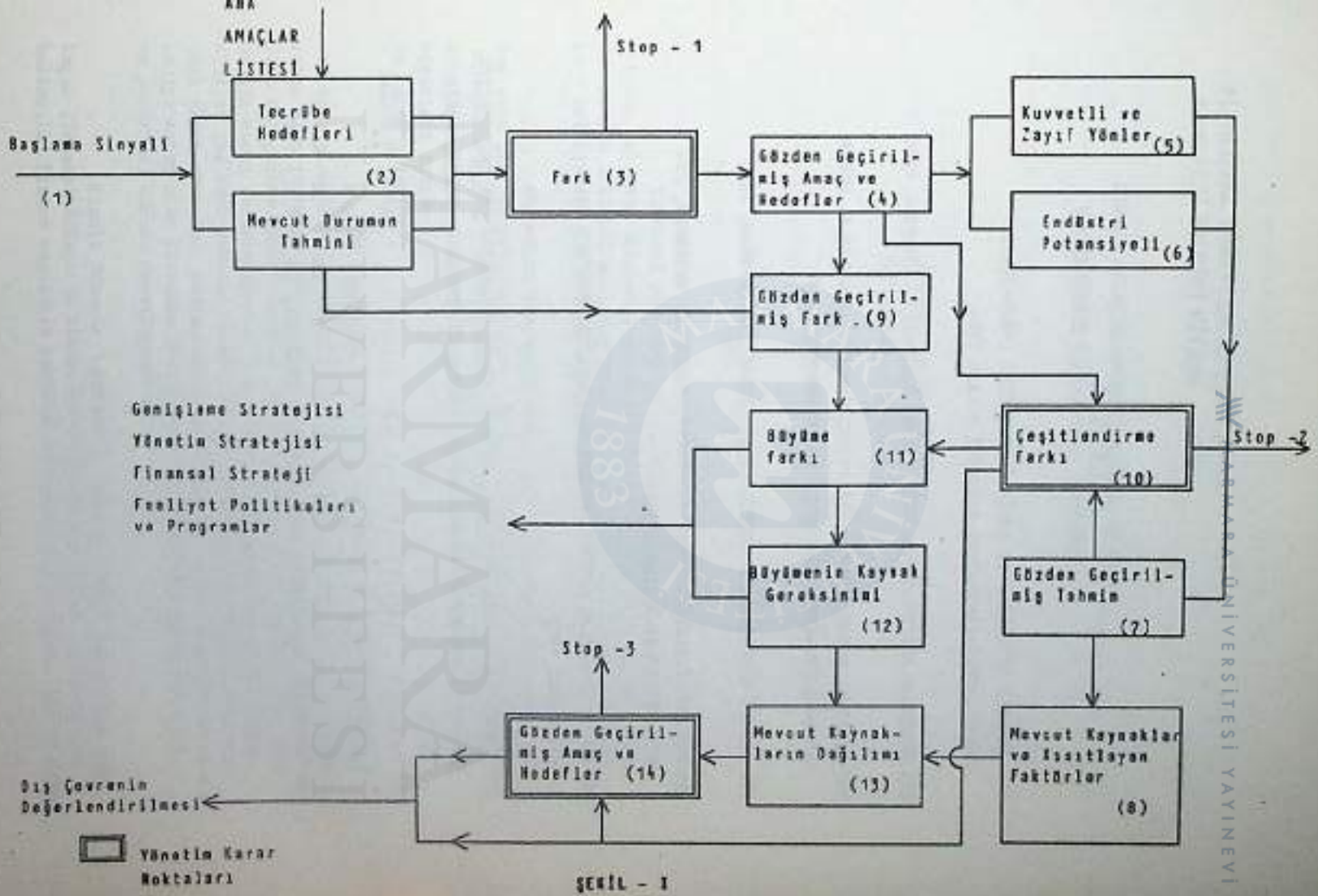
Sistemsiz düşünmeye alışmış, sınırları açık, net olmayan ve belli bir felsefe üzerine kurulmamış organizasyonlarda uzun vadeli planlar yapmak mümkün olmamaktadır.

Değişikliklere alışmamış, değişiklikleri kolay kabullenemeyen toplumlarda, kuruluşlarda uzun vadeli planlama yapmak güç olacaktır. Çoğu zaman uzun vadeli düşünmemek, problemlerden kaçış yöntemi olmakta buda problemlerin ve onları doğuran nedenlerin görmemezlikten gelinmesine sebep olmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Özet olarak kuruluşlarda stratejik karar alma anlayışı, uzun vadeyi planlama gereği, yaratılan kurumsal kültür ile doğru orantılı olarak gelişmektedir. Eğer şirketlerin uzun vadeli olması, ülke ekonomisinin istikrarlı bir alt yapıya kavuşması isteniyorsa, planlama anlayış ve alışkanlığının yeşerebileceği kültür alt yapısını hazırlamamız gereği kaçınılmazdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ


ANA
AMAÇLAR
LİSTESİ
Başlama Sinyali
(1)
Tecrübe Hedefleri
(2)
Mevcut Durumun Tahmini
Stop - 1
Fark (3)
Gözden Geçirilmiş Amaç ve Hedefler (4)
Kuvvetli ve Zayıf Yönler (5)
Endüstri Potansiyeli (6)
Gözden Geçirilmiş Fark (9)
Genişleme Stratejisi
Yönetim Stratejisi
Finansal Strateji
Faaliyet Politikaları ve Programlar
Büyüme farkı (11)
Çeşitlendirme Farkı (10)
Stop -2
Büyümenin Kaynak Gereksinimi (12)
Gözden Geçirilmiş Tahmin (7)
Stop -3
Gözden Geçirilmiş Amaç ve Hedefler (14)
Mevcut Kaynakların Dağılımı (13)
Mevcut Kaynaklar ve Kısıtlayan Faktörler (8)
Dış Çevrenin Değerlendirilmesi
Yönetim Karar Noktaları

ŞEKİL - 1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKÇA

(1) OSMANLI EKENOMİSİ VE DÜNYA KAPİTALİZMİ (1820-1913)
YAZAR ŞEVKET PAMUK-YURT YAYINEVİ ANKARA 1984

(2) KURUMSAL KÜLTÜR-CEM M. KOZLU-DEFNE YAYINCILIK İSTANBUL 1986

(3) STRATEGY FORMULATION : ANALYTICAL CONCEPTS-CHARLES W. HOFER
DAN SCHENDEL-WEST PUBLISHING CO. MINNESOTA 1978

(4) UYUMLU ŞİRKET-ALVIN TOFFLER-İLGİ YAYINCILIK İSTANBUL 1986

(5) MÜKEMMELİ ARAYIŞ-THOMAS J. PETERS, ROBERT H. WATERMAN, JR-
ALTIN KİTAPLAR-İSTANBUL 1987

(6) SOCIO TECHNICAL SYSTEMS-KENYON B. DEGREENE-PRENTICE HALL, INC.
NEW JERSEY 1973

(7) CORNELIVS H. SULLIVAN, JR., JOHN R. SMART "PLANNING FOR INFORMATION
NETWORS"- SLOAN MANAGEMENT REVIEW-VOLUME 28 NUMBER 2, PG.39, 1987

(8) UZUN VADELİ PLANLAMA-G.PAMUT-T.ALEV, E.YUCAOĞLU, R.YARAR, M.KÜÇÜK,
S.ELGİN-BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI İSTANBUL 1978

(9) CORPORATE STRATEGY-H.IGON ANSOFF-MC GRAW-HILL CO. U.S.A., 1965

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

LİSANS ANLAŞMALARINDAKİ KISITLAMALARIN TEKNOLOJİNİN DİFÜZYONUNA ETKİLERİ

Dr.Müh. Sıtkı GÖZLÜ
İTÜ İşletme Fakültesi

ÖZET

Yirminci yüzyılda gelişmekte olan ülkelerin en temel sorunu, gelişmiş ülkelerle aralarındaki açığı kapatarak en kısa sürede onların iktisadi gelişmişlik düzeyine erişmektir. Bu amaçla teknoloji transferine büyük önem vermektedirler.

Günümüzde teknoloji transferi, en çok dolaysız yatırımlar yolu ile gerçekleşmektedir. Yaygın kanallardan bir diğeri lisans anlaşmalarıdır. Ancak lisans anlaşmalarındaki kısıtlamalar, teknolojinin difüzyonunu etkilemekte ve transfer edilen teknoloji firma sınırları içinde soyutlandığından sektörel düzeyde teknolojik gelişme yavaş olmaktadır.

Lisans anlaşmalarındaki en önemli kısıtlamaları, ihracat ve bağlı alımlar oluşturmaktadır. İhracat kısıtlaması ile teknolojiyi satın alan firmalar sadece ulusal pazarda etkinlik gösterebilmektedirler. Gelişmekte olan ülkelerin pazarları genellikle küçük olduğu için üretim hacmi ve dolayısıyla firma ölçeği de büyüyememektedir. Bağlı alımlar ise bazı sermaye ve ara malları ile yedek parçaların teknolojiyi satan firmadan sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Böylece teknolojiyi satın alan firmanın üretim hacmi, ürettikleri malın kalitesi ve pazardaki konumu denetlenmektedir.

Planlı Dönemde (1964-80) Türkiye İmalat Sanayi'nde yaklaşık 774 adet dolaysında lisans kullanılmıştır. İmalat sektörlerinde kullanılan lisans sayısının sektörel düzeydeki katma değer, toplam çıktı

istihdam, hammadde harcaması ve emek verimliliği artışlarıyla bir ilişkisi olmadığı görülmektedir. Türkiye İmalat Sanayi'ndeki emek verimliliği artışlarının teknolojik gelişmeden çok ölçek artışlarına bağlı olduğunu söylemek mümkündür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Diğer yandan Japonya'da 1950-60 yılları arasında yabancı lisans sayısı arttıkça, ekonomide verimlilik artışları elde edilmiştir. Ekonomideki verimlilik artışları ise ihracatı olumlu yönde etkilemiştir. Bunun nedeni, Japonya'nın yabancı teknolojileri uyarlama ve özümleme çalışmalarındaki başarısına dayanmaktadır.

1. Gelişmekte Olan Ülkeler Açısından Teknoloji Transferi

Yirminci yüzyılın en belirleyici özelliklerinden bir tanesi sanayinin hızla büyüyerek, üretimin sanayi işletmelerinde merkezileşmesidir.

Bununla beraber dünyadaki tüm ülkeler aynı sınai gelişmişlik düzeyinde bulunmamaktadırlar. Bir kısım ülkeler ileri sanayi toplumu haline gelmişler, diğer bir kısım ülkeler ise azgelişmişlik çemberinde sıkışıp kalmışlardır. Bu nedenle günümüzde gelişmekte olan ülkelerin en temel sorunu, gelişmiş ülkelerle aralarındaki açığı kapatarak en kısa sürede onların iktisadi gelişmişlik düzeyine erişmektir.

Bir ülke sanayileşmek için daha çok ve daha ileri teknolojilere gereksinim duymaktadır. Buna bağlı olarak gelişmekte olan ülkelerin teknolojinin üretilmesi veya transfer edilmesi yollarından bir tanesini seçmeleri gerekmektedir. Halen bilinen ve kullanılan bilgileri ve yöntemleri tekrar üreterek kaynak israfına yol açmak yerine teknolojinin transfer edilmesi daha elverişli olmaktadır.

İçinde bulunduğumuz çağda teknoloji transferi, değişik iktisadi sistemlere sahip ülkeler arasında meydana geldiği gibi değişik iktisadi gelişmişlik düzeylerindeki ülkeler arasında da meydana gelebilmektedir. Ancak gelişmekte olan ülkelerin iktisadi ve sosyal yapıları gelişmiş ülkelere göre önemli farklılıklara sahip olduğundan, ileri sanayi ülkelerinden transfer edilen teknolojilerin uyarlanması ve özümlenmesinde önemli güçlüklerle karşılaşılmaktadır.

Teknoloji transferinin başarı kazanması ve ulusal ekonomide istenen gelişmeleri sağlaması açısından firmalar ve sektörler arasındaki etkilenmelerin yaygınlaşması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle teknolojinin transfer edilerek uygulendiği işletmenin ilişkili olduğu diğer işletmeleri ne kadar etkilediği ve bu işletmelerin içinde bulunduğu sektörün ilişkili olduğu diğer sektörleri ne derecaye kadar hareketlendirdiği, teknoloji transferinin başarısını değerlendirmede en önemli ölçütlerden bir tanesi olmaktadır.

Teknoloji transferi değişik kanallar ile meydana gelmektedir. Bunlar arasında dolaysız yabancı yatırımlar, lisans ve patent anlaşmaları, makina ve hammadde ithalatı, bilimsel ve teknik yayınlar, seyahat ve göçler, kongre ve seminerler, teknik işbirliği ve teknik yardım gibi kanalları saymak mümkündür. En yaygın teknoloji transferi kanallarından bir tanesi lisans anlaşmalarıdır.

2. Lisans Anlaşmalarındaki Kısıtlamalar ve Etkileri

Bu bildiride özellikle teknoloji transferinde lisans anlaşmalarındaki kısıtlamaların teknolojinin difüzyonuna etkileri ele alınacaktır. Lisans anlaşmalarında bulunan başlıca kısıtlamaları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür : [2] [12] [6] [4] [8] [10]

1. İhracat ile ilgili kısıtlamalar
2. Bağlı alımlar

3. Paket teknoloji satın alınması
4. Satın alınan tekniklerin kullanım alanlarının sınırlandırılması
5. Üretim miktarının sınırlandırılması
6. Belirli kalite standartlarına uyulması
7. Kullanılan teknikler ile rekabet eden veya bunları tamamlayan tekniklerin lisansı satan firmadan başka kaynaklardan alınmasının yasaklanması
8. Lisans ürünlerinin satış fiyatının lisansı satan firma tarafından saptanması
9. Lisansı satan firmanın, lisansı kullanan firmanın yönetimine katılmasının şart koşulması
10. Lisansı kullanan firmanın herhangi bir teknik yenilik ve gelişme elde edilmesi durumunda lisansı satan firmayı bilgilendirmesi.

Teknoloji transferi pazarının oligopolcü yapıya sahip olması nedeniyle teknoloji satıcısı firmalar, teknoloji satışlarında fiyatları tek taraflı olarak belirleyebilmekte ve teknoloji alıcısı firmalara çeşitli kısıtlamalar uygulayabilmektedirler. Bu kısıtlamalar bazen dolaylı yollarla uygulandıklarından bazı durumlarda lisans anlaşmalarında yer almayabilmektedirler. [11]

Lisans anlaşmalarındaki en önemli kısıtlamaları, ihracat ve bağlı alımlar ile ilgili kısıtlamalar oluşturmaktadır. İspanya'da yapılan bir araştırmada bir kaç yüz lisans anlaşması incelenmiş ve kısıtlamaların büyük çoğunlukla ihracat ve bağlı alımlarda yoğunlaştığı saptanmıştır. [10] 2640 lisans anlaşmasının uygulandığı Arjantin, Bolivya, Şili, Kolombiya, Ekvator, Habeşistan, Hindistan, İsrael, Meksika, Peru, Filipinler ve İspanya gibi belirli bazı ülkelerde yapılan bir başka araştırmada uygulanan kısıtlamaların büyük çoğunluğunun benzer şekilde ihracat ve bağlı alımlarda yoğunlaştığı görülmüştür. [12]

İhracat ile ilgili kısıtlamaların temel amacı, lisans satıcısı firmanın pazardaki payını ve böylece rekabet gücünü koruma isteğidir. İhracat kısıtlamaları çeşitli biçimlerde uygulamaya konulmaktadır. Bazı durumlarda lisans altında üretilen malların ihracı tamamen yasaklanmakta, bazen izin almak koşuluyla ihraç edilebilmekte, bazen ancak belirli ülkelere ihracat mümkün olurken, bazen de ürünler sadece belirli miktarlarda ihraç edilebilmektedirler. Bazı durumlarda da lisansı satan firmanın dağıtım kanallarını kullanmak suretiyle ihracata izin verilmektedir. [12]

İhracat kısıtlamalarının uygulanmasında hangi yolun izleneceği lisans satıcısı firmanın kısa veya uzun dönemdeki stratejisine göre belirlenmektedir. İhracat kısıtlamalarının ortaya çıkardığı genel sonuç, üretimin küçük miktarlarda yapılmasıdır. Buna bağlı olarak işletmenin üretim ölçeği küçülmektedir. Aslında gelişmekte olan ülkelerde pazar boyutu küçük olduğundan üretim hacmini artırmak mümkün olamamaktadır. İhracat olanaklarının daraltılmasıyla birlikte pazar boyutu ve dolayısıyla üretim ölçeği daha da sınırlandırılmış olmaktadır.

Bağlı alımlar ile ilgili kısıtlamalar, bazı sermaye ve ara malları ile yedek parçaların teknolojiyi satan firmadan satın alınmasını zorunlu kılmaktadır. Böylece teknolojiyi satın alan firmanın ürettiği malın kalitesi, üretim hacmi ve pazardaki konumu denetlenebilmektedir. Sermaye ve ara malları, tek kaynaktan sağlandığı için firmanın teknolojik gelişmesi ve pazardaki payını genişletebilmesi kolaylıkla mümkün olamamaktadır. Teknoloji satıcısı firmaların asıl kâr kaynağının, lisans anlaşmalarındaki royalti ödemelerinden çok sermaye ve ara malları ile yedek parçaların satışından elde edilen kârlar olduğunu söylemek mümkündür. [7] [14]

Lisans anlaşmalarındaki "paket" teknoloji satın alınması zorunluluğu, teknolojinin fiyatını yükselttiği gibi teknolojinin ilgi

alanına giren bazı teknikleri ülke içinde üretebilecek yan sanayilerin gelişmesine engelleyici etki yapmaktadır. Böylece süreç içinde öğrenme olanakları ortadan kalkmakta ve teknolojik difüzyon yavaşlamaktadır.

Diğer yandan teknolojinin kullanım alanının sınırlanması, firmalar ve sektörler arasındaki ilişkileri zayıflatarak teknolojinin belli bir alanda soyutlanmasına yol açmaktadır. Satın alınan lisansın üçüncü kişilere devredilememesi, alınan teknolojinin difüzyonunu engellemektedir.

İnsanların bir örgüt veya çevreden diğerine hareketi, teknolojinin en etkili difüzyon yollarından bir tanesidir. İnsanlar arasındaki dolaysız ilişkiler difüzyon sürecinde temel etken olmakla beraber bu şekildeki bilgi transferi sınırlı kaldığından diğer mekanizmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Üretim miktarının sınırlandırılması, gerek içsel ve gerekse dışsal ekonomilerden elde edilecek yararları azaltmaktadır. Üretim ölçeğinin büyüyememesi dolayısıyla işletmenin üretim maliyetleri yükselmekte, diğer yandan kısıtlanmış üretim hacmi nedeniyle dışsal ekonomiler gelişmemektedir. Dışsal ekonomilerin gelişememesinin sonucu olarak yarı mamul madde ve yedek parçaların ithalat yoluyla sağlanması, ekonomiye büyük yükler bindirdiği gibi kapasite kullanım oranını düşürerek verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir.[5]

Belirli kalite standartlarına uyulması zorunluluğu, üretilen mamullerin belirli bir kalite düzeyinin altına düşmemesi gibi olumlu sonuçları olmakla beraber üretimde kullanılan ara girdilerin değişik kaynaklardan sağlanmasını kısıtlamaktadır. Böylece farklı teknolojilerin üstünlüklerini karşılaştırmak mümkün olamamaktadır. Bu kısıtlama diğer yandan bağlı alımlar ile ilgili kısıtlamayı pekiştirmektedir. Bazı lisans anlaşmalarında ise kullanılan teknikler ile rekabet eden veya bunları tamamlayan tekniklerin lisansı satan firmadan başka kaynaklardan alınmasının yasaklanması hususu doğrudan lisans

anlaşmasına konulmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Lisansı satan firmanın, lisansı kullanan firmanın yönetimine katılmasının şart koşulması ve lisans ürünlerinin satış fiyatının lisansı satan firma tarafından saptanması, lisansı kullanan firmanın pazardaki konumunun denetlenmesine olanak vermektedir. Böylece teknoloji alıcısı firmanın büyüyerek diğer firmaları etkilemesi engellenebilmekte ve teknolojinin difüzyonu yavaşlamaktadır. Firmanın büyüyememesinin ortaya çıkardığı bir diğer olumsuz sonuç ise teknoloji üretimi için gerekli üretim ölçeğine erişilememesidir.

Lisansı kullanan firma ile lisansı satan firma arasındaki teknik yenilik ve gelişmeler ile ilgili bilgilendirmeler genellikle lisans satıcısı firma lehine sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Lisansı kullanan firmanın herhangi bir teknik yenilik veya gelişme elde edilmesi durumunda lisansı satan firmayı bilgilendirmesi zorunluluğu bulunurken, lisans satıcısı firma böyle bir yükümlülük altında bulunmamaktadır. Aslında başlıca teknolojik yenilikler, lisans satıcısı firmalarda ortaya çıktığından, lisans alıcısı firmalar kendi teknoloji üretme olanaklarını geliştirmedikçe teknolojik gelişmeyi de hızlandıramamaktadırlar.

3. Türkiye'de Lisans Anlaşmaları ve Etkileri

Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin iktisadi kalkınmasında teknoloji transferinin önemi göz ardı edilemez. Henüz işletmelerin ve sınai sektörlerin yeterli ölçek büyüklüğüne erişmediği bir ekonomi olarak Türkiye'de teknoloji üretimi, kaynak israfına yol açmaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin daha bir süre sanayileşmesini teknoloji transferi ile sürdürmesi daha akılcı olacaktır. Bununla beraber teknoloji üretme koşullarının oluşturulması amacıyla gerekli önlemlerin alınmaya başlanması da gerekmektedir.

Sermaye birikiminin akılcı yönde kullanılarak belirlenen sanayileşme politikasının başarı kazanması, uygun teknolojinin transferi ve ülke koşullarına uyarlanması ile mümkündür. Dolayısıyla teknoloji transferinde lisans anlaşmalarının hangi koşulları içereceği ve erişilmek istenen amaç dikkatle saptanmalıdır.

Türkiye'de 1963-81 yılları arasında Maliye Bakanlığı tarafından 813 adet lisans anlaşması onaylanmıştır. Bu dönemde en fazla lisans anlaşması makina imalat sanayi sektöründe kullanılmış olup bunu kimya ürünleri, otomotiv sanayi, ev aletleri ve makinaları ile elektrik ve elektronik sanayileri izlemektedir. 1963-81 yılları arasında Türkiye, en çok Federal Almanya ve diğer AET ülkeleriyle lisans anlaşması yapmıştır. Federal Almanya ve AET ülkelerini A.B.D. izlemektedir. Türkiye'de lisans kullanan sektörler arasında en çok yatırım malları sanayi, yatırım malları sanayi içinde ise en çok makina imalat sanayi sektörü ihracat kısıtlamasına tabi tutulmuştur. Türkiye İmalat Sanayi'nde bağlı alımlar ile diğer kısıtlamaları da lisans anlaşmalarında pek sık görmek mümkündür. [3]

Tablo 1'in incelenmesi durumunda en çok lisans kullanan sektör olarak gözüken makina imalat sanayi sektörünün, % 2,97 gibi oldukça düşük emek verimliliği artışı sağladığı görülmektedir. En fazla lisans kullanan sektörlerin sıralanmasında 10. sırada bulunan kağıt sektörü ise % 50,63 dolayında emek verimliliği artışı sağlamıştır. Türkiye'de imalat sanayi sektörlerinin sağladığı emek verimliliği artış oranı ile kullandığı lisans sayısı arasında oldukça zayıf bir korelasyon bulunmaktadır. Tablo 2'nin incelenmesi durumunda ise söz konusu dönemde Türkiye İmalat Sanayi'nde kullanılan lisans sayısı ile sektörel düzeydeki katma değer, toplam çıktı, istihdam ve hammadde harcamaları arasında da zayıf bir korelasyon bulunduğu görülmektedir. [3]

Bununla beraber transfer edilen teknolojinin firma düzeyinde katma değer, toplam çıktı, istihdam, hammadde harcamaları ve emek verimliliğini etkilemediğini söylemek doğru olmayacaktır. Şu halde

Tablo 1. Türkiye İmalat Sanayi Sektörlerinin 1964-68 ve 1976-80 Yılları Arasında Gerçekleştirdiği Emek Verimliliği Ortalaması, Emek Verimliliği Artış Oranı ve Kullandığı Lisans Sayısı

İmalat Sektörü	1964-68 Ortalaması	1976-80 Ortalaması	Artış Oranı (%)	Kullandığı Lisans Sayısı
1. Makina İmalat	0.101	0.104	2.97	220
2. Kimya	0.105	0.210	100.00	116
3. Elektrik Mak.	0.096	0.132	37.5	88
4. Taşıt Araçları	0.053	0.117	120.75	71
5. Lastik ve Plas..	0.094	0.133	41.49	38
6. Metal İşleme	0.161	0.129	-19.88	23
7. Metal Dışı Madenler	0.050	0.083	66.00	23
8. Petrol ve Petro Kimya	1.276	1.229	-3.68	21
9. Dokuma ve Giyim	0.061	0.080	31.15	18
10. Kâğıt	0.079	0.119	50.63	10
11. Madeni Eşya İmalatı	0.074	0.095	28.38	7
12. Kürk ve Deri Mamülleri	0.098	0.079	-19.39	3
13. Ağaç, Mobilya ve Mefruşat	0.053	0.085	60.38	3
14. Gıda ve İçki	0.138	1.136	-1.45	3
15. Tütün Mamulleri	0.104	0.096	-7.69	(-)
16. Matbaacılık, Yayın ve Basın	0.066	0.92	39.39	(-)

Kaynak : Sıtkı Gözlü, Teknoloji Transferinde Lisans Anlaşmaları ve Bir Değerlendirme, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi Ofset Atölyesi, 1986, s. 54.

Tablo 2. Türkiye İmalat Sanayi Sektörlerinin 1964-80 Yılları Arasında Yarattığı Katma Değer, Toplam Çıktı, İstihdam, Hammadde Harcamaları ve İşkolu Sayısına Göre Sıralandırılması.

Katma Değere Göre	Toplam Çıktıya Göre	İstihdama Göre	Hammadde Harcamasına Göre	İşkolu Sayısına Göre
1. Dokuma ve Giyim	Gıda ve İçki	Dokuma ve Giyim	Gıda ve İçki	Makina İmalat
2. Gıda ve İçki	Dokuma ve Giyim	Gıda ve İçki	Dokuma ve Giyim	Kimya
3. Petrol ve Petro Kimya	Kimya	Metal İşleme	Metal İşleme	Elektrik Makineleri
4. Metal İşleme	Petrol ve Petro Kimya	Metal Dışı Madenler	Petrol ve Petro Kimya	Taşıt Araçları
5. Tütün Mamulleri	Metal İşleme	Tütün Mamulleri	Kimya	Lastik ve Plastik
6. Kimya	Tütün Mamulleri	Taşıt Araçları	Taşıt Araçları	Metal İşleme
7. Metal Dışı Madenler	Taşıt Araçları	Kimya	Tütün Mamulleri	Metal Dışı Madenler
8. Taşıt Araçları	Metal Dışı Madenler	Madeni Eşya İmalat	Makina İmalat	Petrol ve Petro Kimya
9. Makina İmalat	Makina İmalat	Makina İmalat	Madeni Eşya İmalat	Dokuma ve Giyim
10. Madeni Eşya İmalat	Madeni Eşya İmalat	Elektrik Makineleri	Metal Dışı Madenler	Kağıt
11. Elektrik Makineleri	Elektrik Makineleri	Lastik ve Plastik	Elektrik Makineleri	Madeni Eşya İmalat
12. Lastik ve Plastik	Lastik ve Plastik	Kâğıt	Lastik ve Plastik	Kürk ve Deri Mamulleri
13. Kâğıt	Kâğıt	Ağaç, Mobilya ve Mefruşat	Kâğıt	Ağaç, Mobilya ve Mefruşat
14. Matbaacılık yayın ve Basım	Ağaç, Mobilya ve Mefruşat	Matbaacılık, Yayın ve Basım	Ağaç, Mobilya ve Mefruşat	Gıda ve İçki
15. Ağaç, Mobilya ve Mefruşat	Matbaacılık, yayın ve Basım	Petrol ve Petro Kimya	Matbaacılık, Yayın ve Basım	
16. Kürk ve Deri Mamulleri	Kürk ve Deri Mamulleri	Kürk ve Deri Mamulleri	Kürk ve Deri Mamulleri	

Kaynak : Sıtkı Ölçüm, a.g.e., s. 55-56.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

transfer edilen teknolojinin difüzyonunun oldukça yavaş olduğu ve sektördeki diğer firmalar tarafından kısa dönemde özümlenemediği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Türkiye İmalat Sanayi'nde katma değer, toplam çıktı, istihdam, hammadde harcamaları ve emek verimliliğinde sektörel düzeyde elde edilen artışların teknoloji dışındaki diğer bazı etkenler ile açıklanması gerektiğini söylemek mümkündür.

Diğer bazı araştırmalarda da Türkiye İmalat Sanayi'nde ölçeğe göre artan getirinin emek verimliliği artışlarını açıklamada, teknolojik gelişmeye göre daha önemli bir etken olduğu ileri sürülmektedir. [1][15]

4. Japonya'da Lisans Anlaşmaları Uygulamaları ve Başarı Nedenleri

T. Ozawa tarafından yapılan bir araştırmada Japonya'da 1950-60 yılları arasında lisans anlaşmaları ile transfer edilen teknolojinin ekonomide verimlilik artışlarına yol açtığı görülmektedir. Yabancı lisans sayısı arttıkça gayri safi ulusal çıktının yüzdesi olarak üretici teçhizatı ve sektörel yatırımlar da artış göstermektedir. Aynı araştırmada toplam ihracat içinde lisans altında üretilen ürünlerin oranının, lisans altında üretilen ürünlerin oranı ile dolaysız olarak değiştiği saptanmıştır. Dolayısıyla yabancı lisans altında çalışan ve teknolojiyi özümleyebilen sektörlerin ürün bileşimleri iyileşme gösterdikçe ihraç edilen ürünlerin bileşimlerinde de iyileşme elde edildiği anlaşılmaktadır. [9]

Japonya'da 1950-60 yılları arasında sanayileşmede görülen ilerlemelerde, transfer edilen teknolojiyi uyarlama ve özümleme konusunda Japonya'nın gösterdiği başarının önemli payı bulunmaktadır. Bu dönemde Japonya'da teknoloji transferinin başarı kazanmasında hükümetlerin önemli katkısı olmuştur. Vergi bağışıklığı, hızlı amortisman ve yabancı makina alımları için özel döviz tahsisatı gibi korumacı politikalarla hükümetler, ekonomiyi yönlendirmişlerdir. [9]

Teknoloji transferinin başarılı olarak uygulanması sonucunda elde edilen sınai ve iktisadi gelişmenin diğer nedenlerini şöylece sıralamak mümkündür. [13]

(a) İktisadi alt yapısı yeterli düzeyde gelişmiş olduğu gibi nüfus potansiyeli nedeniyle iç pazardan yararlanma olanakları oldukça geniştir.

(b) Japonya'da banka sistemi, kişisel tasarrufları ve birikmiş sermayeyi verimliliği artıracak şekilde yönlendirerek sermaye birikimini hızlandırmıştır.

(c) Modern ve geleneksel sanayi sektörleri ekonomik gelişmeye destek olacak şekilde bir arada faaliyette bulunmuşlardır.

(d) Yeterli miktarda ve iyi eğitilmiş insan gücü bulunmaktadır.

(e) Sanayileşme sürecine diğer sanayileşmiş ülkelere göre daha geç girmesi nedeniyle Japonya, denenmiş ve kanıtlanmış teknolojileri seçerek deneme ve yanılma maliyetlerinden kaçınmıştır.

(f) Gerek transfer edilen teknolojilerin yerel koşullara uyarlanması ve gerekse bu teknolojilerin geliştirilmesi amacıyla araştırma geliştirme çalışmalarına büyük önem verilmiştir.

5. Sonuç

Gelişmekte olan ülkeler açısından teknoloji transferi, iktisadi kalkınmayı hızlandıran bir etken olarak ele alınmak zorundadır. Teknoloji transferinin gelişmekte olan ülkelerde başarı kazanabilmesi ise teknolojinin difüzyon olanaklarının artırılması ile mümkündür.

Bu amaçla lisans anlaşmaları kanalı ile transfer edilen teknolojinin kullanılacağı firma ve sektörlerin gelişmeyi engelleyici kısıtlamalardan arındırılmaları gerekmektedir.

Teknoloji transferinin başarı kazanması, firmaların bilgi ve deneyim birikimlerine bağlı olduğu kadar hükümetlerin uyguladıkları destekleyici politikalara da dayanmaktadır. Bu nedenle özellikle geliş-

mekte olan ülkelerde yeni gelişen sanayi sektörlerinin hükümetler tarafından korunması ve gelişmelerine özen gösterilmesi, teknoloji transferinden beklenen sonuçların elde edilmesi ve iktisadi kalkınmanın hızlandırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Ebiri, K., Bozkurt, Z., Çulfaz, A., Türkiye İmalat Sanayiinde Sermaye ve İşgücü, DPT Yayın. No: 1624, SPD Yayın No : 303, Aralık 1977.

[2] Frame, J.D., International Business and Global Technology, Lexington Books, Lexington, 1983.

[3] Gözlü, S., Teknoloji Transferinde Lisans Anlaşmaları ve Bir Değerlendirme, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi Ofset Atölyesi, 1986.

[4] Handbook on the Acquisition of Technology by Developing Countries, UNCTAD, United Nations, New York, 1978.

[5] Kaleli, Y., "Teknoloji Üretimi ve Teknoloji Transferi", 2. Türkiye İktisat Kongresi, Sanayi Komisyonu Tebliğleri, VI, 2-7 Kasım 1981, İzmir, DPT Yayın No: 1738.

[6] Licensing Guide for Developing Countries, WIPO Publication, No. 620 (E), Geneve, 1977.

[7] Matos, L., "Multinational Corporations and Transfer of Technology: The Case of Venezuela", Transfer of Technology by Multinational Corporations, Cilt I, s.190-207, der. Garnidis, D., Development Centre OECD, Paris 1977.

[8] National Approaches to the Acquisition of Technology, Development and Transfer of Technology, Seri No:1, United Nations, New York, 1977.

[9] Ozawa, T., Initation, Innovation and Trade : A Study of Foreign Licensing Operations in Japan, Doktora Tezi, Columbia University, 1966.

[10] Restrictive Business Practices of Maltinational Enterprises, OECD, Paris, 1977.

[11] Restrictive Business Practices Relating to Patents and Licences, OECD, Paris 1973.

[12] Role of the Patent System in the Transfer of Technology to Developing Countries, United Nations, New York, 1975.

[13] Shishido, T., "Japanese Industrial Development and Policies for Science and Technology", Science, Cilt 219, No. 4582, s.259-264, 21 Ocak 1983.

[14] Vaitsos, C., "Patents Revisited : Their Function in Developing Countries", Journal of Development Studies, Cilt 9 No 1, s. 71-97, Ekim 1972.

[15] Yıldırım N., Neoklasik İktisadın Teknolojik Gelişme Yaklaşımı, A.Ü.S.B.F., Yayın No : 367, Ankara, 1973.

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çoğaltılmış Amaçlarla İhracatta Planlama

Doç.Dr.Cevdet ÖĞÜT
D.E.Ü.Müh.Mim.Fak.
End.Müh.Böl.
Bornova - İZMİR

Levent TUNÇEL
O.D.T.Ü. Müh Fak.
End.Müh.Böl.Ar.Gör.
ANKARA

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

I . ÖNSÖZ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Ülkemiz ekonomisi özellikle 1980 yılından bu yana hızlı bir değişim sürecine girmiştir.İhracat, ülke ekonomisi için en önemli konulardan birini oluşturmuş ve gelişme için en büyük katkı ihracattan beklenir hale gelmiştir.

Ekonominin temel sorunu kıt kaynaklar karşısındaki sonsuz gereksinimler arasındaki dengeyi kurabilmek olduğuna göre, şimdiki sorun da gelişmenin sonsuz gereksinimleri karşısında elimizdeki kıt dış satım olanaklarını etkin biçimde kullanabilmektir. İhracatın arttırılması için sadece yeni pazarların bulunması yeterli olmayıp ayni zamanda üretimin de arttırılması gerekmektedir.Bunların yanı sıra fiyat, kalite, miktar yönünden istemleri istenilen yer ve zaman kesitinde karşılamak, dış pazarlardaki gelişmeye uymak, yalnızca pazarda kalmayı sağlar. Atılım ve gelişme ise çok daha fazlasını ister: Yeni kaynak yaratmak, üretkenlik ve karlılık katsayılarını istenen oranlara kavuşturmak v.b. gibi.

Bu araştırmada amaç olaya bir "Dış Ticaret Sermaye Şirketi" açısından bakarak kar maksimizasyonu sorununu birbirine paralel mikro ve makro ekonomik hedeflere ulaşmayı da sağlayabilecek şekilde ele almaktır.Bu nedenle soruna etkin bir çözüm getirebilmek için Yöneylem araştırması yöntemlerinden amaç programlama model olarak seçilmiştir.

II. ÖRNEK İŞLETMENİN ÖZELLİKLERİ VE BELİRLENEN KARAR DEĞİŞKENLERİ

Bu araştırmada örnek olarak alınan işletme bir Dış Ticaret Sermaye Şirketi'dir.1985 yılı için yayımlanan İhracatı Teşvik Kararı'nda şöyle bir tanım yapılmaktadır;

"Dış Ticaret Sermaye Şirketleri:

Ödenmiş sermayeleri en az 500 Milyon Türk Lirası olan ve 12 ay içerisinde sermayelerinin bu miktara çıkartılacağını taahhüt eden Anonim, Limited veya sermayesi paylara bölünmüş Komandit şirketlere denir.

Dış Ticaret Sermaye Şirketlerinin teşvik tedbirlerinden faydalanabilmeleri için ihracat faaliyetlerinin aşağıdaki şartlara uygunluğu aranır;

a)İhracatı Teşvik Tedbirlerinden faydalanmak üzere Teşvik Uygulama Başkanlığı'na yaptığı başvuru esas alınarak geçen bir yıllık ihracatının (%75 sınai mamul ve maden olmak üzere) asgari toplam 30 Milyon A.B.D. doları olması.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

b)Her yıl yapılacak ihracatın bir önceki yılın ihracatından % 10 daha fazla olması.

Dış Ticaret Sermaye Şirketleri,portföy yatırım da dahil,yatırım ve imalat faaliyetlerinde bulunamazlar.Ancak,ihraç konuları malların ihracatını gerçekleştirmek amacıyla ambalaj,paketleme,doldurma tasnifleme,depolama, muhafaza ve nakliyesiyle ilgili konularda Yatırım Teşvik Belgesi almak kaydıyla yatırım yapabilirler (4)."

Şirket bu tanımda da görüldüğü gibi,sadece pazarlama ve finansman işlevlerini gerçekleştirir.

Dış ticaret uzmanlık gerektiren bir iş dalıdır.Bu nedenle firmanın ilgilendiği sektör ve mal cinsi sınırlı olmak zorundadır.Bu zorunluluk ülkeler için de geçerlidir.Diğer bir deyişle her ülkenin piyasa koşulları,istemleri farklıdır.Dolayısıyla her ülke kendi başına uzmanlık gerektiren bir konu olmaktadır.Örnek işletmenin dış ticaretini gerçekleştirdiği mal cinsleri ve sektörler şöyle gruplandırılmıştır.

A) DEMİR - ÇELİK ÜRÜNLERİ

1) İnşaat Demiri
2) Lama
3) Köşebent
4) Pilon Kule

B) TARIM VE GIDA ÜRÜNLERİ

5) Kırmızı Mercimek
6) Yeşil Mercimek
7) Pamuk (Ege Standart)
8) Pamuk (Çukurova Standart)

C) TARIM MAKİNALARI

9) Yaprak Yay

D) TEKSTİL VE DERİ ÜRÜNLERİ

10) Pamuklu Üst Giyim
11) Pamuklu İç Giyim
12) Havlu,Bornoz
13) Tabii Deriden Giysi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

E)İNŞAAT MALZEMELERİ

14)Kereste

15)Portland Çimentosu

F)KİMYASAL ÜRÜNLER

16)Kil

17)Sodyum Sülfat

İşletmenin ticaret yaptığı ve yapmayı planladığı ülkeler ile bu ülkelerde pazarlanacak ürünler Tablo 1 de verilmiştir.

TABLO : 1.....İhracat Yapılacak Ülkeler ve Mal Cinsleri

ÜLKELER	ÜRÜN CİNSLERİ
1) IRAK	1,2,3,4,5,8,10,14,15,17
2) İRAN	1,2,3,4,6,9,14,17
3) ROMANYA	8,16
4) BATI ALMANYA	7,8,10,11,13
5) MISIR 5,15	5,15
6) LİBYA	1,10,15
7) A.B.D.	10,13
8) BELÇİKA - LÜKSEMBURG	5,6,10,11,13
9) FRANSA	5,6,10,12,13
10) İTALYA	6,10,1
11) İNGİLTERE	5,10,11,13
12) İSVİÇRE	5,10,11,13
13) SUUDİ ARABİSTAN	5,10,15
14) CEZAYİR	6,15

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

"Yöneylem araştırmalarında genelde tek amaç olup,bu amacı belli kısıt koşulları altında sağlayan bulgu kümesi elde edilir.Karar organının kararına büyük ölçüde yardımcı olduğu bilinen bu tür araştırmaların en önemli eksikliği amaç fonksiyonunun tek olmasından kaynaklanmaktadır.

Amaç programlama ise işletme için birden çok amaç olması durumunu dikkate alır.Bu amaçlar gerçek işleyişte olduğu gibi aşama aşama öncelik sırasına dizilmiştir.Öncelikli amaç sıralamasının nedeni ise amaçların karşıt olmasından kaynaklanmaktadır (6)."

Araştırmada örnek işletme için 6 amaç belirlenmiştir.Bunlar:

1) Karın enbüyüklenmesi
2) Toplam ihracat tutarının enbüyüklenmesi
3) Diğer firmalardaki risklerin enküçüklenmesi
4) Serbest döviz miktarının enbüyüklenmesi
5) Karşılanamayan taleplerin enküçüklenmesi
6) Endüstri ürünlerinin ihracatının enbüyüklenmesi

Modelin kısıt koşulları ise üç bölümde incelenmiştir.

1) Üretim kapasiteleri,şirketin uzmanlık alanındaki mal gruplarına göre iç piyasadan sağlayabileceği miktarlar bu kısıt değerini oluşturur.

2) Talep,her ürün cinsi için şirketin açıldığı ve açılmayı planladığı dış ülke piyasalarının toplam işlemleridir.

3) Şirkette 1985 yılı için planlanan işgücü miktarı da yapılacak işlere ait sınırlama koşuludur.

Kısıt koşullardan birinci ve üçüncü bölümdeki eşitsizlikler " $\leq$ " şeklinde iken,ikinci bölüm karşılanması gereken talepleri içerdiğinden kısıtlar " = " şeklinde düzenlenmiştir.Ayrıca modeldeki değişkenlerin tümü sıfır ya da pozitif sayı olmalıdır.

Bu bilgilerin ışığında kurulan model şöyle sembolize edilebilir:

$$\text{Enkçk } A = P_1 d_1^- + P_2 d_2^- + P_3 d_3^+ + P_4 d_4^- + \sum_i \sum_j P_5 d_{5ij}^+ + P_6 d_6^-$$

$$\sum_j X_{ij} \leq K_i$$

i(ürünler)=1,2,...,m
j(ülkeler)=1,2,...,n
k(amaçlar)=1,...,p
(m=17,n=14,p=6)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$X_{ij} + d^{-}_{5ij} - d^{+}_{5ij} = T_{ij}$$

$$\sum_{i}\sum_{j} Y_{ij} X_{ij} \leq Ç$$

$$X_{ij}, d^{+}_{k}, d^{+}_{5ij} \geq 0$$

Burada, X_{ij} : i ürününden , j ülkesine yapılan ihracat miktarı

Y_{ij} : i ürününden j ülkesine yapılacak ihracat için gereken iş gücü miktarı

K_i : i ürünü için ihracata yönelik üretim kapasitesi

T_{ij} : j ülkesinin i ürününden istemi

Ç : Çalışanların toplam yıllık kapasite kısıtı

d : Sapma

IV.UYGULAMA

Genel hatlarıyla açıklanan amaç programlama modeli işletmenin yıllık ihracat planının hazırlanması için uygulanmıştır.Araştırmada 1984 yılı ve daha öncesinin verileri temel alınarak 1985 yılı için bir ihracat planı hazırlanmıştır.

Modelin kısıt vektörünün birinci bölümünü oluşturan üretim kapasiteleri hesaplanırken,örnek işletmenin ilişkide olduğu ve ilişki kurmayı planladığı üretici firmaların ihracata yönelik kapasiteleri ile büyüme beklentileri dikkate alınmıştır.

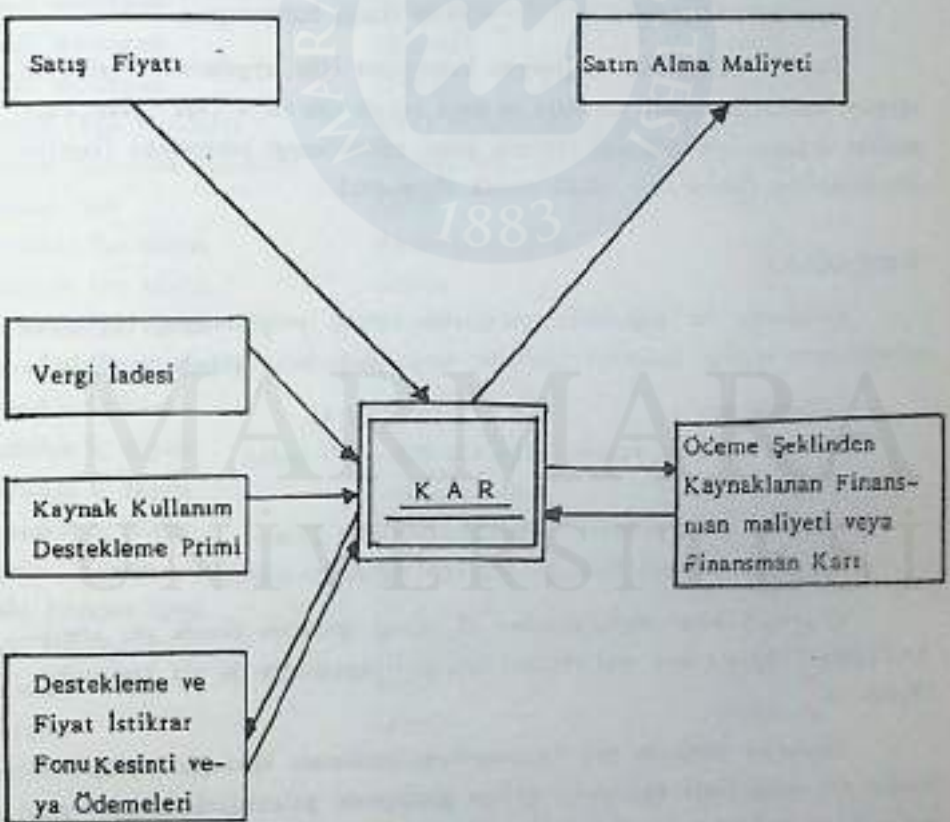
Kısıt vektörünün ikinci bölümü oluşturulurken örnek işletmenin 1984 yılı verileri temel alınmıştır.Kurulan ve kurulması planlanan bağlantıların ışığında dış pazarlarındaki büyüme ve firma politikasının etkileri altında istemler belirlenmiştir.

Kısıt vektörünün son elemanı çalışanların kapasitesidir.Bu kısıt yeni işe alınacak çalışanların,eskileriyle eş düzeyde bir başarıya sahip olmaları ve firmadaki personelin bölümlere dengeli dağılmış olmaları varsayımlarını içerir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Şekil (1)'den de izleneceği gibi kar,satın alma maliyeti ve satış fiyatı dışında devletin bir takım düzenlemeleriyle getirilen ek ödeme ve fon kesintileri tarafından da etkilenmektedir.Bunların vergi iadesi ve kaynak kullanım destekleme primi şirkete teşvik olarak ödenirken,Destekleme Ve Fiyat İstikrar Fonu bazı ürünlerin ihracatını desteklemekte bazı ürünler için de kesintiler öngörmektedir.

Karı etkileyen diğer bir faktörde ödeme şeklidir.Bu bileşenin değerleri belirlenirken paranın zaman değerinin yanı sıra Türk Lirası'nın yabancı para birimleri karşısındaki değer değişimi de dikkate alınmıştır.İlişkinin doğrusal olduğu varsayımı altında 1985 yılı için öngörüm değerleri bulunmuştur.



ŞEKİL (1) - KARIN BİLEŞENLERİ VE HESAPLANMASI

A.B.D.Doları için yapılan projeksiyonda 1985 yılı için ;

Başlangıç Değeri : 434.53 ₺.

Beşer Günlük Değişim : +1.9408 ₺.

Korelasyon Katsayısı ise R=0.97 olarak bulunmuştur.

Batı Alman Markı'nın Türk Lirası karşısındaki değer değişimi için yapılan projeksiyonda 1985 yılı için;

Başlangıç Değeri : 142.51 ₺.

Beşer Günlük Değişim : + 0.4028 ₺.

Korelasyon Katsayısı R = 0.94 olarak bulunmuştur.

Fransız Frangı'nın Türk Lirası karşısındaki değer değişimi için yapılan projeksiyonda ise,

1985 Yılı için Başlangıç Değeri: 46.55 ₺.

Beşer Günlük Değişim : +0.1344 ₺.

Korelasyon Katsayısı R=0.95 olarak bulunmuştur.

Tahmin edilen tüm regresyon katsayıları için uygulanan t-testi ve varyans analizi sonuçları buradaki üç para birimi için de 1 Türk Lirası karşındaki değişim için doğrusal ilişkinin kabul edilebileceği şeklindedir (testlerin anlamlılık düzeni =0.05 olarak alınmıştır).

V.BULGULAR

Belirlenen bu değerlerle çalıştırılan (amaç programlama) bilgisayar programının verdiği optimum çözümün amaç değerleri aşağıda verilmiştir:

1)Toplam kar :24 275 400 000.-₺.

2)Toplam ihracat tutarı :114 460 800.-ABD Doları

3)Toplam risk :342 877 000.-₺.

4)Serbest Döviz miktarı :89 124 700.-ABD Dcları

5)Endüstri ürünleri ihracatı: 102 159 200.-ABD Doları

58 gerçek karar değişkeninden 35 tanesi optimum planda yer almıştır.(Tablo 2) Ayrıca bazı mal cinsleri için atıl kapasiteler de söz konusudur. (Tablo 3)

Optimum çözümde atıl kapasitelerin bulunması işletmenin planlama döneminde daha fazla pazarlama çabası göstermesi gerektiğini ortaya koymaktadır.Bu nedenle amaçlara daha çok yaklaşmayı sağlayabilmek için modelde bir varsayım yapılmış ve gerçekleştirilecek ihracat işlemlerinin ve pazrlama fonksiyonlarının daha fazla yoğunlaştırılacağı ülke ve mal cinslerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

TABLO:2...OPTİMUM PLANDA YER ALAN GERÇEK KARAR DEĞİŞKENLERİ

ÜRÜN CİNSİ	ÜLKE	MİKTAR(TON)
İnşaat Demiri	LİBYA	5000.-
İnşaat Dmiri	İRAN	15795.23
Lama	IRAK	20000.-
Lama	İRAN	10000.-
Köşebent	İRAN	19999.96
Pilon Kule	İRAN	2000.-
Pilon Kule	IRAK	1000.-
Kırmızı Mercimek	İNGİLTERE	2500.-
Kırmızı Mercimek	İSVİÇRE	3500.-
Kırmızı Mercimek	SUUDİ ARABİSTAN	1000.-
Yeşil Mercimek	BELÇİKA-LUKSEMBURG	2000.-
Yeşil Mercimek	FRANSA	1000.-
Yeşil Mercimek	İTALYA	2000.-
Pamuk (Ege Standart)	BATI ALMANYA	1000.-
Pamuk (Çukurova Standart)	ROMANYA	500.-
Yaprak Yay	İRAN	5000.-
Pamuklu Üst Giyim	BATI ALMANYA	200.-
Pamuklu Üst Giyim	LİBYA	100.-
Pamuklu Üst Giyim	BELÇİKA LÜKSEMBURG	200.-
Pamuklu Üst Giyim	SUUDİ ARABİSTAN	300.-
Pamuklu İç Giyim	BELÇİKA-LUKSEMBURG	100.-
Pamuklu İç Giyim	İNGİLTERE	50.-
Pamuklu İç Giyim	İSVİÇRE	30.-
Pamuklu İç Giyim	BATI ALMANYA	70.-
Havlu , Bornoz	FRANSA	150.-
Tabi Deriden Giysi	BATI ALMANYA	300.-
Tabi Deriden Giysi	FRANSA	100.-
Kereste	IRAK	10000.-m^3
Kereste	İRAN	15000.-m^3
Portland Çimentosu	IRAK	500.-
Portland Çimentosu	LİBYA	7000.-
Portland Çimentosu	SUUDİ ARABİSTAN	500.-
Portland Çimentosu	CEZAYİR	2000.-
Sodyum Sülfat	IRAK	5000.-
Sodyum Sülfat	İRAN	5000.-

TABLO : 3... OPTİMUM PLANDA YER ALAN ATIL KAPASİTELER

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ÜRÜN CİNSİ	ATIL KAPASİTE (TON)
İnşaat Demiri	13469.76
Pamuk (Ege Standart)	1000.-
Yaprak Yay	2500.-
Havlu,Bornoz	50.-
Kil	40000.-
Sodyum Sülfat	20000.-

Söz konusu varsayım altında bulunan optimum çözüm 17 adet gerçek karar değişkenini içerir.Diğer bir deyişle her mal cinsi için sadece bir ülke seçilmiştir.Ayrıca,optimum planda tüm atıl kapasiteler sıfır değerini almıştır (Tablo 4).

TABLO : 4... ÜRÜNLERE GÖRE PAZARLAMA İŞLEVLERİNİN YOĞUNLAŞTIRILMASI GEREKEN ÜLKELER

ÜRÜN CİNSİ	ÜLKE
İnşaat Demiri	LİBYA
Lama	IRAK
Köşebent	İRAN
Pilon Kule	IRAK
Kırmızı Mercimek	İNGİLTERE
Yeşil Mercimek	İTALYA
Pamuk (Ege Standart)	BATI ALMANYA
Pamuk (Çukurova Standart)	ROMANYA
Yaprak Yay	İRAN
Pamuklu Üst Giyim	BELÇİKA-LUKSEMBURG
Pamuklu İç Giyim	BELÇİKA-LUKSEMBURG
Havlu,Bornoz	FRANSA
Tabi Deriden Giysi	BATI ALMANYA
Kereste	İRAN
Portland Çimentosu	IRAK
Kil	ROMANYA
Sodyum Sülfat	İRAN

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bulgu kümesindeki amaç fonksiyonu değerleri ise şöyle bulunmuştur:

1) Toplam Kar : 68 986 600 000.-₺
2) Toplam İhracat Tutarı :143 352 400.- ABD Doları
3) Toplam Risk : 348 635 000.-₺
4) Serbest Döviz Miktarı : 107 275 400.- ABD Doları
5) Endüstri Ürünleri İhracatı : 129 029 400.- ABD Doları

VI. YORUM - ÖNERİLER

Araştırmada birinci amaç olarak alınan karın enbüyüklenmesi,brüt-kar için gerçekleştirilmiştir.İhracat işlemlerinin ve pazarlama fonksiyonunun gerçekleştirilmesinde oluşan maliyetler ile bozulma,gecikme maliyeti gibi değerler dikkate alınmamıştır.Genel giderler olarak adlandırabileceğimiz bu maliyet grubunun enküçüklenmesi modelde yeni bir amaç olarak düşünülebilir.Bu konuda diğer bir seçenek ise her ürün ve her pazar için maliyetlerin ayrı,ayrı hesaplanarak brüt yerine net karın kullanılmasıdır.Ayrıca işgücü kısıtı kaldırılarak,kullanılan işgücünün minimizasyonu bir amaç olarak alınıp istenen kar ve ihracat değerlerine ulaşmak için gereken işgücü bulunabilir. Böylece model bir personel politikasının oluşturulmasında da kullanılabilir.

Fiyatlar ve maliyetler hesaplanırken ürünler için ortalama fiyatlar kullanılmıştır.Bu nedenle kalite ve özellik ayrımı yapılamamıştır.Örneğin, araştırmada "pamuklu üst giyim" için kg. başına öngörülen fiyat ve maliyetler, bu mal cinsinin daha özel bölümlere ayrılması ile soruna daha gerçekçi olarak yaklaşılabilir.

Hazırlanan yıllık planda bütün değişmelerin doğrusal olarak gerçekleşeceği ve ihracatın yıl içinde düzenli olarak yayılacağı varsayılmıştır.Gerçek işleyişte pazarların istemleri ve üretim kapasitesi aylık zaman bölümlerinde değişmeler gösterebilmektedir.İç ve dış pazar fiyatları için de aynı değişme söz konusudur.

Yabancı para birimlerinin Türk Lirası karşılığındaki değer değişimi için öngörülen değerlerin A.B.D. Doları için gerçekleşen değerlerle oldukça uyumlu olmasına rağmen Batı Alman Markı ve Fransız Frangı için önemli sapmalar olmuştur.Bu farkın nedeni 1985 yılı içinde Batı Alman Markı'nın uluslararası para piyasasında diğer yıllara oranla çok büyük artış göstermesi ve yine Fransız Frangı ve İngiliz Sterlini'nin A.B.D. Doları karşısında beklenmedik bir değer artışı göstermesi ile açıklanabilir.

Kuşkusuz uygulama sırasında bu tip artışlar gözlendiğinde planda yeni öngörümlere yer verilmesi ve yeni öndeğerlerle planda değişiklikler yapılması her zaman olasıdır.

Ayrıca Türk Lirası'nın yabancı para birimleri karşısındaki değeri de yıl içinde çeşitli nedenlerle devresel ve düzensiz değişmelere uğramaktadır. Bu söylenenlerin ışığında,araştırmada kurulan model geliştirilerek dönemlere göre ihracat miktarlarını ortaya koyabilecek bir ihracat programının hazırlanmasında kullanılabilir.

Kurulan modelin bir yıllık dönem için çalıştırılmasının ana nedeni mevzuat kısıtıdır.Her yıl yeniden önemli değişikliklere uyrayan ihracat mevzuatı,modelde de değişikliğe yol açacaktır.

Bütün bunların dışında ihracat için bir doğrusal programlama modeli kurulması gerçekçi bir yaklaşımdır.Çünkü ihracatta doğrusal ilişki,düzensiz değişmelerin dışında gerçeğe yakın bir varsayım olarak dikkate alınabilir.

VII. SONSÖZ

Nihayet bu araştırma, bir Dış Ticaret Sermaye Şirketi'nde yöneylem araştırma tekniklerinden yararlanılarak,ihracat planı ve hedef pazarların belirlenmesine yönelik bir ön denemedir.

KAYNAKÇA

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1.Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü,DÖNEMLER İTİBARIYLE İMALAT İTİBARIYLE İMALAT SANAYİİ İSTİHDAM-ÜRETİM-EĞİLİM 1980 (1) - 1981 (1) ; 1981 (1) - 1982 (1) ; 1982 (1) - 1983 (1) ; 1983 (1) - 1984 (1) ; (1984 (1) - 1985 (1),ANKARA

2.Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü,AYLIK İSTATİSTİK BÜLTENİ 1985-III,ANKARA 1985

3.COPPİNG Richard,LINEAR PROGRAMMING END EXTENSIONS,Mc Graw Hill Book Company, New York, 1983 S. 358-393

4.İHRACATI Geliştirme Etüd Merkezi,EKONOMİK İSTİKRAR TEDBİRLERİ-ANKARA 1985

5.KOZLU Cem M.,ULUSLARARASI PAZARLAMA (İLKELER VE UYGULAMALAR),Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, ANKARA 1982

6.ÖĞÜT Cevdet,"AMAÇ PROGRAMLAMA-KONFEKSİYON İŞLETMESİNDE BİR UYGULAMA", Yöneylem Araştırması X.Ulusal Kongresi'nde Sunulan Tebliğ, İZMİR 1985 (Yöneylem Araştırması Bildiriler'85,S.146, 1986)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI . 1987

KÜÇÜK VE ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ İŞLETMELERİN İHRACATINDA GÜNEY KORE MODELİ VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER

Arş. Gör. Dr. Asuman Yalçın
Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü Pazarlama Bilim Dalı
Bahçelievler - İSTANBUL

ÖZET

Dünyada ekonomik büyümesini ihracat artışıyla gerçekleştiren ülkelerin başında Güney Kore yer almaktadır. Güney Kore, işletmelerini ihracata dönük sanayii işletmesine dönüştürmüş, özellikle küçük ve orta işletmelerin dönüşümünü sağlarken çeşitli kuruluşlar aracılığıyla bir sistem oluşturmuştur.

Küçük ve orta işletmelerin ilk sorunu finansal sorun görüldüğü için, önce Banka kurulmuştur. Bir yıl sonra küçük işletmeler kendi aralarında Federasyon kurup hükümetin çalışmalarına yardımcı olmuştur. Hükümetin uyguladığı politika gereği ihracata yönelmesi gerektiği halde küçük ve orta işletmelerin teknoloji yönünden geri olması ve ihracatta fazla başarı gösterememesi KOTI'nin kurulmasına neden olmuştur. Ayrıca işletmelerce alınan borçların geri ödemelerini garanti etmek amacıyla da Kore Kredi Garanti Fonu kurulmuştur. Uluslararası pazarlarda küçük ve orta işletmelerin rekabetini arttırmak için de Küçük ve Orta Endüstri Geliştirme Kurumu, faaliyete geçmiştir. Geliştirme Kurumu gerek modernizasyon çalışmaları gerekse eğitim ve bilgi alış-verişi ile işletmelere yardımcı olmaktadır.

Uzun bir süreç sonucu biçimlenmiş bu modelden, Türkiye'deki küçük işletmelerin ihracata yöneltilmesinde bir ders olarak yararlanılabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GİRİŞ

Çalışmanın ilk bölümünde, Küçük ve Orta Ölçekli İşletme Kavramı tanımlanmış, ikinci bölümünde, Güney Kore'deki küçük ve orta ölçekli işletmelerin örgütlenmesi ve uzmanlaşmış kuruluşlara kısaca değinilmiştir. Üçüncü bölümde ise Türkiye'deki küçük işletmelerle ilgili kuruluşlar açıklanmış olup daha sonra Güney Kore'deki kuruluşlarla karşılaştırılması yapılmıştır. Son olarak da, Türkiye için öneriler sunulmuştur.

I. KÜÇÜK VE ORTA İŞLETME KAVRAMI

Küçük ve Orta İşletmelerle ilgili bir tanım üzerinde anlaşmak son derece güç olmaktadır. Çünkü küçük ve orta işletme tanımı, zamana, ulusal ekonomi içindeki yerine, sektörlere, kişilere ve araştırmalara göre değişmektedir. İşletmelerin büyüklüğü tayininde türlü ölçülerden* faydalanılmaktadır. Bu ölçütlerden birinin yada birden çoğunun ülkeler için kıstas kullanıldığı gözlemlenmektedir.

Güney Kore'de küçük ve orta işletme tanımı "Küçük İşletmeler Temel Kanunu"na göre belirlenmektedir(1). Türkiye'de de küçük ve büyük işletme ayırımı yapılmaktadır. Buna göre, 1985 yılı sayımında 25 veya daha fazla işçi çalıştıran işletmelerin büyük sanayi işletmesi olarak değerlendirileceği ifade edilmektedir(2). Bunun yanında KÜSGET'in (Küçük Sanayi Geliştirme Teşkilatı) ve Türkiye Halk Bankası'nın da küçük sanayi için tanımları mevcuttur.

---

* Ölçütler niteliksel ve niceliksel olarak ikiye ayrıldığı gibi AET tarafından yapılan bir araştırmaya göre Sosyolojik ve Teknik Ölçütler de mevcuttur.

(1) Small and Medium Industry Basic Act, (3650 S.K.), 1982

(2) Betül Oran Akan ve Teoman Kuyumcu (haz.), Avrupa Ekonomik Topluluğu'nda Küçük ve Orta Büyüklükte İşletmeler, İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, İstanbul : IKV 16 Aralık 1985, S.2.

II. GÜNEY KORE'DE KÜÇÜK VE ORTA İŞLETMELERİN ÖRGÜTLENMESİ VE UZMANLAŞMIŞ KURULUŞLAR

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yaklaşık 25 yıl önce Güney Kore, ihracata yönelik sanayileşmeyi seçerek yerinde bir zamanlama ile Ülkenin ihracatını geliştirme politikalarını belirlemiştir. Böylece basit el emeği yoğunluklu ürünlerden karmaşığa, el emeği yoğunluklu ürünlerden sermaye ağırlıklı ürünlere doğru geçiş, üretim tabanında değişikliğe neden olmuş ve iş gücünün eğitilmesi yoluyla ihracat sanayinin kurulmasa sağlanabilmiştir. Öte yandan, gelişmiş ülkelerin finansal ve teknolojik yardımları, istikrarlı siyasi yapı ve tarihsel miresin olumlu etkisi ihracatın gelişme sürecine girmesine öneyak olmuştur (3).

Güney Kore'nin ihracatındaki artış, Uzakdoğu ülkelerinde en hızlı kalkınmayı başaran ülke olmasına etken olmuştur. Bu büyüme ve gelişme çabalarında küçük ve orta sanayinin yeri ve rolü çok büyüktür. Küçük ve Orta sanayiye verilen destek ve teşvikler Güney Kore ticaretinde bu sanayinin önemini ortaya koymaktadır. Küçük ve Orta Sanayi'yi İhracata Yönelik Sanâyi haline dönüştürmek isteyen Güney Kore, hükümet politikalarını, ancak gereksinimler sonucu oluşan kuruluşlar ile uygulayabilmiştir.

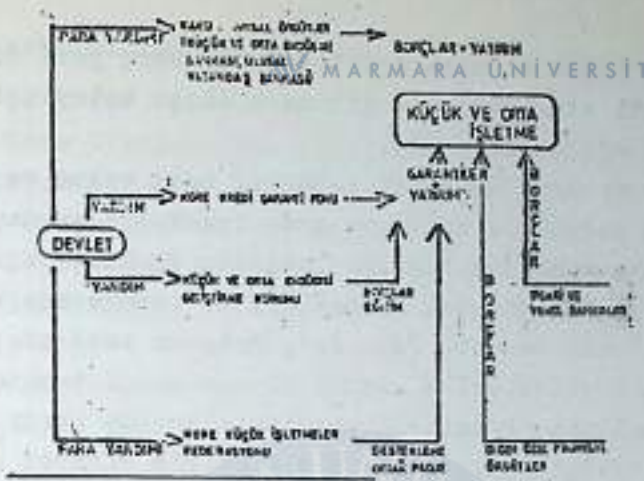
Güney Kore'de küçük ve orta işletmelerin gelişmesine ait politikalar Ticaret ve Sanayi Bakanlığı tarafından hazırlanır. Bu politikalar yirmi üyeden oluşan ve başbakan tarafından yönetilen "Küçük İşletme Konseyi"nde kabul edildikten sonra, onay için parlementoya sunulur(4). Politikalar aşağıdaki şemada gösterilen devlet kuruluşları ile kamu örgütleri ve bunlar arasındaki iç ilişkiler yoluyla yürütülür.

---

(3) F. Asuman Yalçın, "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin İhracatında Örgütsel Yapının Rolü", Yayınlanmamış Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, 1986, S.3.

(4) The Small and Medium Industry Bank, Small and Medium Enterprises In Korea, Seoul: 1983, S.7.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



KAYNAK: Small and Medium Enterprises in Korea'dan düzenlenmiştir.

Şekil 1
Küçük ve Orta İşletmelerle İlgili Kuruluşlar

Şekil 1'de görülen kuruluşların gelişimi; gereksinim sonucu ortaya çıkmıştır. Bu arada hükümet tarafından küçük ve orta ihracatçıları desteklemek amacıyla KOTI (Kore Uluslararası Ticaret Şirketi) kurulmuştur. Kıt olan kaynakların en iyi şekilde dağıtımı için, örgüt sistemi içinde her kuruluş yerini zamanla almıştır. Sonuçta ise küçük ve orta işletmelerin yararına kurulan model oluşmuştur.

A. FİNANSAL KURULUŞLAR

Güney Kore'de hükümet ilk olarak 1961 yılında Küçük ve Orta Endüstri Yasası'nı yürürlüğe koydu (5). Böylece Küçük ve Orta Endüstri Bankası, küçük ve orta işletmeler için uzmanlaşmış ilk banka olarak kurulmuş oldu. 1963 yılında, küçük işletmelerin finansmanı için Ulusal Vatandaş Bankası bir devlet bankası olarak (6), 100 kişiden az işçi çalıştıran küçük işletmelere gerekli kredileri sağlamak için kuruldu (7). Kore Kredi Garanti Fonu ise,

(5) The Small and Medium Industry Bank, SMIB Profile, Seoul: 1985, S.5.
(6) The Small and Medium Industry Bank, a.g.e., S.7.
(7) Dilâra Yücel, "Kore Küçük Sanayi Araştırma ve Değerlendirme Raporu" KÜSGEM, Ankara: 1985, S.11.

1976 yılında küçük ve orta işletmelerin, borç geri ödemelerini garanti etmek yoluyla finansal akışı kolaylaştırmak amacıyla oluşturuldu (8).

Küçük ve Orta Endüstri Bankası, borç verme ve yatırım yapmak suretiyle küçük ve orta işletmeye yardımda bulunmaktadır. Aynı zamanda uluslararası örgütlerle işbirliğine giderek danışmanlık hizmetleri de sunmaktadır.

Kore Kredi Garanti Fonu ise, gelecek vaad eden ancak finansal kuruluşlardan kaynak almada maddi teminattan yoksun bulunan firmaların borçlanmalarında kredi garantilerini arttırmakta, kredi bilgilerinin yararlı halde kullanımı yoluyla sağlam kredi alış-verişleri düzenlemektedir. Böylece, ulusal ekonominin dengeli gelişimine katkıda bulunur (9).

B. KORE KÜÇÜK İŞLETMELER FEDERASYONU

Kore Küçük İşletmeler Federasyonu 1962 yılında kurulmuştur (10). Bir ülkenin sağlıklı büyümesi için küçük ve büyük işletmelerin dengeli gelişmesi gerekir. Federasyon, bu amaçla hükümete önerilerde bulunur. Ayrıca Kore'deki küçük işletmelerin yerli piyasada olduğu kadar uluslararası piyasada da rekabet gücünü arttırmaya uğraşır. Bu amaca varmanın belli başlı yolları modernizasyon, uluslararası ilişki ve kooperasyon projeleridir ki, bu projeler sonucunda verimlilik ve mamul kalitesi artarken üretim maliyetleri düşer (11).

Federasyon, kooperasyon için sistemize edilmiş küçük işletmeleri ve kollektif grupları hedeflemektedir. Federasyon, modernizasyon için küçük işletmelerin tesisatlarının modernleştirilmesine, aklıcı yönetime, yeni teknolojiye ve sanayi-akademi işbirliğinin kurulmasına yardımcı olur. Ayrıca Federasyon, küçük işletmelerin ihraca-

---

(8) The Small and Medium Industry Bank, a.g.e., S.8.

(9) Korea Credit Guarentee Fund, KCGF Functions and Activities, Seoul: 1985, S.4.

(10) Korea Federation of Small Business, Status of the Korean Small Business, Seoul: 1985, S.38.

(11) Yücel, a.g.e., S.31.

tının artması için de gerekli çalışmalarda bulunur.

C. KOTI

Kore Uluslararası Ticaret Şirketi (KOTI), 1969 yılında kurulmuş olup, 1976 yılında ise dokuz Genel Ticaret Şirketi'nden biri olarak resmen görevlendirilmiştir (12).

Güney Kore'de hükümet binlerce küçük işletmeye destek sağlamaktansa, rahatça kontrol edebileceği birkaç büyük işletmeye - tıpkı Japonya'da olduğu gibi - arka çıkarak ihracatını sürdürmeyi planlamıştır (13). Ancak, hükümet küçük ve orta işletmelerin ekonomideki önemini unutmayarak KOTI'yi Genel Ticaret Şirketi olarak görevlendirerek küçük ve orta işletmeler tarafından üretilen malların ihracatını kolaylaştırmıştır. KOTI diğer GTŞ'lerden istenilen şartlara uyma zorunluluğu olmayan, hükümetin, KTA (Korea Traders Association) bünyesinde kurduğu "Özel Statülü" bir Genel Ticaret Şirketi'dir. Ayrıca KOTI, KOTRA* ile bir anlaşma yaparak, KOTRA'nın 75 Kore Ticaret Merkezi'nden, küçük ve orta işletmeler için denizaşırı pazarlarını arttırma çabasında özel yardım alabilmektedir.

D. KÜÇÜK VE ORTA ENDÜSTRİ GELİŞTİRME KURUMU

Küçük ve Orta Endüstri Geliştirme Kurumu kâr amacı gütmeyen bir kurumdur. Kurum, Avrupa ve Amerika'da irtibat büroları açarak ana görevlerinden biri olan bilgi toplama, işleme ve dağıtım fonksiyonlarını yerine getirmektedir. Ayrıca, Küçük ve Orta Endüstri Geliştirme Yasa'sında da belirtildiği gibi, kurumun ana görevleri, küçük ve orta endüstrinin modernleştirilmesi, işbirliği projelerinin yürütülmesi, işletmeler için danışma ve eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi yoluyle küçük ve orta endüstrinin gelişimine katkıda bulunmasıdır (14).

---

(12) KOTI, Korea Trading International Inc., Guide for Small Orders, Seoul, 1984, S.2.

(13) Mustafa Özel, "Japonya ve Güney Kore'de Genel Ticaret Şirketleri Modeli," Dış Ticarette Gelişmeler Semineri, 8 Ocak 1985, S.34.

(14) Small and Medium Industry Promotion Act, (3651 S.S.), 1982, S.2661.

(*) KOTRA, Kore Ticaret Geliştirme Şirketidir.

III. TÜRKİYE'DE KÜÇÜK İŞLETMELERLE İLGİLİ KURULUŞLAR

Türk Ekonomisi'ni dışa açmaya yönelik politikalar, ihracatı özendirmiş, dünyadaki genel durgunluk ve artan korumacılık önlemlerine rağmen ihracatta belirli bir artış kaydedilmiştir. İhracatta mamul satış, karışımın değişimi, tarım ürünlerinden sanayi ürünlerine doğru gerçekleşmiş olup, pazar karışımının değişimi de Orta-Doğu ülkelerinin lehine görülmektedir. Ancak işletmelerin stratejik değişimlere uyum sağlayabilmesi için ihracata yönelik sanayiye dönüşmesi gerekir. Türkiye'de işletmelerin % 96,2'sini küçük işletmeler oluşturduğuna göre öncelikle küçük sanayiye önem verilip, bir merkez çevresinde örgütlenmesi sağlanmalıdır. Türkiye'de küçük işletmeler lehine Güney Kore'dekine benzer bir sistem oluşamamıştır. Gerçi kalkınma planlarında küçük işletmeleri örgütlemeye yönelik çalışmalar yapıldıysa da, çeşitli nedenlerden dolayı yararlı sonuçlar elde edilememiştir. 24 Ocak 1980'den sonra Türkiye, ihracata yönelik politikasından dolayı ihracatında %162'lik artış kaydetmiştir. Hükümetin Dış Ticaret Sermaye Şirket (DTSŞ)'lerine olan desteği sonucunda DTSŞ'lerin artıştaki payı yüksek görülmektedir. Acaba DTSŞ'lerinin ardındaki küçük ve orta işletmeleri görmezden gelmek ne kadar doğrudur?

Türkiye'de küçük sanayinin ilerlemesi amacıyla hizmet veren birçok kuruluş mevcuttur. Küçük işletmeler bu kuruluşların bazıları ile dolaylı bazıları ile doğrudan ilişki içinde bulunmaktadır. Küçük Sanayi ile doğrudan ilgisi olan tek bakanlık Sanayi ve Ticaret Bakanlığıdır. Bu bakanlığın küçük sanayi faaliyetlerinin en önemlisi olan KÜSGET, pilot proje olarak Gaziantep'te çalışmaya başlamıştır. KÜSGET, mevcut işletmeleri genişletip modernleştirmek yoluyla sanayileşme çabalarına yardım ederek fabrikaların ve sanayi sitelerinin kuruluşunda bilimsel yollarla işletmeleri destekler. 1986 kalkınma programında, küçük sanayicilere sunulan bu hizmet seçilmiş diğer bölgelere de ulaştırılmak istenmektedir.

Türkiye Halk Bankası, esnaf, sanatkâr ve küçük sanayiciye kredi sağlamak amacıyla kurulmuş, buna finansal

dışı destekleri sonradan eklemiştir. Ancak bu desteklerin amaçta kalıp uygulamaya geçirilemediği görülmektedir.x Küçük esnaf ve sanatkar, kredi almada Esnaf Kefalet Kooperatifi'nden yararlanmaktadır. Küçük sanayicinin böyle bir olanağı olmadığı için ya kredi alma isteğinde bulunmamakta yada kredi almada birçok güçlükle karşılaştırılmaktadır.

Esnaf ve sanatkârın genel çıkarını korumaya yönelik çalışmaları olan Esnaf ve Sanatkârlar Konfederasyonu çeşitli konularda üyelerine hizmet vermektedir.

Bu kuruluşların dışında DPT, İGEB, DİE, TÜBİTAK, SEGEK, MPM, TSE ile çeşitli bakanlıklar küçük işletmelerle dolaylı olarak ilgilenmektedir.

IV. GÜNEY KORE VE TÜRKİYE'DEKİ KÜÇÜK VE ORTA İŞLETMELERLE İLGİLİ KURULUŞLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Küçük ve Orta İşletme'lerle ilgili kuruluşlar, Güney Kore ve Türkiye'de karşılaştırmalı olarak incelendiği zaman amaçları aynı olan kuruluşu bulmak güç olmaktadır. Kore Hükümeti uyguladığı politika gereği küçük ve orta işletmeleri ihracata yöneltip, ülkenin ihracatını arttırmak için kurduğu sistemi bugüne kadar başarı ile yürütmüştür. Tablo 1'de Güney Kore ve Türkiye'deki kuruluşların karşılaştırması görülmektedir.

Türkiye'de Esnaf, Sanatkâr ve Küçük sanayi ile ilgili bir tek bakanlık olmayıp, birden fazla bakanlıkla işbirliği mevcuttur. Tablo 2'de Türkiye'de mevcut olup da Kore'deki kuruluşlardan herhangi birinin faaliyetine benzer faaliyet gösteren kuruluşlar görülmektedir.

(x) Ayrıntılı bilgi "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin İhracatında Örgütsel Yapının Rolü" adlı F. Asuman Yalçın'a ait Doktora Tezinde yer almaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO 1

Güney Kore ve Türkiye'deki Kuruluşların Karşılaştırılması

KORE		TÜRKİYE	
Kuruluşlar	Faaliyetleri	Kuruluşlar	Faaliyetleri
KÜÇÜK VE ORTA İŞLETMELERİ BAKANLIĞI	. Kredi Temini . İşletme . Gelişme Hizmeti (Endüstri-İşçi danışma, rehberlik, danışma) . Bilgi Hizmeti . Araştırma (Pazar durum + politika)	HALK BANKASI	. Kredi Temini . Geliştirme Hizmeti (Endüstri, Ticaret) . İşletme
ULUSAL MAYMANCILIK BANKASI	. Kredi Temini	-	-
KORE KREDİ GARANTİ FONU	. Kredi Sorumluluğu . Kredi Soruşturması . Geliştirme Hizmeti (Endüstri, Ticaret) . Tahsilat	ESNAF KEFALET KOOPERATİFİ	. Esnaf ve Sanatkârın kredi kullanırken istediği güvenceyi sağlamak amacı kurulmuş . İşletme . Danışmanlık Hizmeti . Pazarlama Hizmeti
KORE KÜÇÜK İŞLETMELER FEDERASYONU	. Danışmanlık (Yönetim) . Araştırma (Pazarın durumu) . Ortak alım . Sürtüşmelerin . İşbirliği . Ortak satış (İç-dış pazar) . Kalite kontrol çalışmaları . Tanıtım faaliyetleri . Bilgi merkezi	ESNAF VE SANATKARLAR KONFEDERASYONU	. Halk Danışmanlığı . Eğitim . Sanatın esnaf ve sanatkâra ..... hizmet sunar
KDFC	. Sermaye Yönetmeni . Ihracat kredi ve sağlar . Ortak alım . Ortak satış . Araştırma (Dış pazar)	-	-
KÜÇÜK VE ORTA ENDÜSTRİ GELİŞTİRME KURUMU	. Modernizasyon . Araç kiralama . İşletme geliştirme programı . El sanatlarını geliştirme prog. . Köy Endüstrisini geliştirme . Kooperatif programı . Geliştirme Hizmetleri (Endüstri + ... Ticaret) . Eğitim Hizmetleri . Bilgi Merkezi . Müşavirlerden İşbirliği	-	-

TABLO 2

Türkiye ve Güney Kore'deki Kuruluşların Faaliyet Benzerliği Yönünden Karşılaştırması

TÜRKİYE'DEKİ KURULUŞLAR	FAALİYETLER	G.KORE'DEKİ KURULUŞLAR
DPT	Dış Pazar Araştırması Bilgi Merkezi	- KDFC
ODK	İşletmelerin mevcut durumu hakkında araştırma (İşçi, çalışanlarla, katma değeri gibi veriler)	K. ve O. Endüstri Bankası K.K.İşletmeler Federasyonu
İhracatçılar Birliği	Lisans verme	KDFC
KİSSET (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı)	Danışmanlık (İdari + Teknik)	. Geliştirme Kurumu . Garanti Fonu . K. ve O. Endüstri Bankası
TÜBİTAK	Yeni teknoloji ithalatı	. Geliştirme Kurumu-İşletme çalışma programı
MEGEM - Milli Eğitim Bakanlığı	Eğitim	. K. ve O. Endüstri Bankası . Geliştirme Kurumu
TSE	Standartlaşma	. K. İşletmeler federasyonu
MEMR	Teknik enformasyon	. Geliştirme Kurumu
T. O. ve Köy İşleri Bakanlığı	El sanatlarını geliştirme	. El sanatları geliştirme programı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Sonuçta Türkiye'de 17 kuruluş Küçük ve Orta İşletmelerle doğrudan yada dolaylı olarak ilişkidedir. Oysa ki, Güney Kore'de küçük ve orta işletmelerin gelişmesine ilişkin politikalar, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı'na bağlı Küçük İşletmeler Konseyi tarafından oluşturularak, Finansal Kuruluşlar, Geliştirme Kurumu ve Federasyon işbirliği ile yürütülür. KOTI'de dış dünyaya açılan bir pencere olup, küçük işletmelerin ihracatında aracılık yapan bir Genel Ticaret Şirketi'dir.

Türkiye'de Güney Kore gibi küçük ve orta sanayinin ihracata yönelik sanayi haline dönüşmesini istemektedir. Küçük ve orta işletmeler toplam işletme sayısının % 96,2'si olduğuna göre ülke için önemli bir konu olmalıdır. Son kalkınma planında da belirtildiği gibi küçük işletmelerin örgütlenmesi nasıl gerçekleşecektir; bu örgütleme kim tarafından yapılacaktır? Ancak "Kim?" ve "Nasıl?" sorularına cevap aranmadan önce sorulması gereken ilk soru; "Küçük işletmeler birleşmek istiyorlar mı?" olmalıdır. İşletmeler birleşme taraftarı ise örgütlenme kim tarafından ve nasıl gerçekleştirilecektir? Güney Kore'de hükümetin başkanlığında, devlet kuruluşları ve kamu örgütleri sayesinde bir sistem kurulmuş olup küçük ve orta işletmeler hızla gelişme göstermektedir. Türkiye'de mevcut birçok kuruluş küçük ve orta işletmelerle yakından ilgilidir. Bu kuruluşlar, küçük ve orta işletmeleri yok etmeden, onları nasıl ihracata dönük sanayi halinde örgütlemelidir? İncelenen Güney Kore Modeli, başarı ile yürütülmektedir. Güney Kore'dekine benzer kuruluşlar Türkiye'de de mevcut olduğuna göre değişmesi gereken nedir, yada Güney Kore modelinin Türkiye'ye uyarlanması söz konusu olabilirmi?

Küçük ve Orta İşletmelerle ilgili Güney Kore'de olupda, Türkiye'de olmayan kuruluş KOTI'dir. Küçük ve Orta Endüstri Bankası'nın, Federasyon'un, Garanti Fonu'nun ve Geliştirme Kurumu'nun yaptığı bazı görevleri içeren kuruluşlar Türkiye'de de mevcuttur, ancak iyi örgütlenmediğinden vazifelerini yerine tam olarak getirememektedirler.

ÖNERİLER VE SONUÇ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Güney Kore, ekonomik büyümesini ihracat artışıyla gerçekleştiren ülkelerin arasında başarılı bir örnektir. Uyguladığı ihracata yönelik sanayileşme politikası gereğince kurulan Genel Ticaret Şirketleri'nin ihracattaki rolü yadsınamaz. Ancak küçük ve orta işletmelerin de ihracattaki rolünü görmezden gelmek hata olur. Güney Kore'de, gereksinimler sonucu, küçük ve orta işletmelerin birlikte çalışmalarını sağlayan bu model, uzun bir süreç içinde şekillenmiştir. Kendi için uygun bir model arayan Türkiye'nin böyle bir uzun süreçten geçmesi gereksinmektedir, çünkü inceleyebileceği bir örnek model vardır. Bir modelin aynen alınıp uygulanması sakınca doğurabilecek bir davranıştır. Bu nedenle o modelin incelenerek, kendi ülke yapısına uyarlanabilirliği araştırılmalıdır.

Türkiye'de ihracata yönelik sanayileşme ile büyük sanayi lehine ve büyük sanayiyi gözeten politikaların uygulanması küçük sanayinin ekonomik dalgalanmalar karşısında korunmasız kalmasına yol açmıştır. Küçük sanayinin çıkarlarını koruyan kararların da alınması gereği gündemdedir. Ancak bu konuda hiçbir çalışma yapılmadığı söylenemez. Yapılan çalışmalar sonucu kurulan örgütler arasındaki bağ zayıflığı, bu örgütlerin işlevlerini yerine getirmelerini engellemiştir. Ekonomik yapısını, büyük oranda küçük işletmelerin oluşturduğu ülkemiz, ihracatta başarıya ulaşmak istiyorsa, küçük ve orta ölçekli işletmelerle ilgili tüm kuruluşları bir konsey çevresinde toplamalıdır.

Esnaf, sanatkâr ve küçük sanayinin gerek mevzuatta gerekse tanımlanmasında aynı kalıp içinde görülmesi yanlıştır. Ayrıca Küçük ve Büyük Sanayi tanımları da günün koşullarına uygun olarak yeniden belirlenmelidir. İhracatın artması için ihracat ile ilgili mevzuat da basitleştirilerek bir elden yürütülmeli, ihracata ilişkin bürokratik formaliteler asgariye indirilerek bürokraside canlılık sağlanmalı, iyi işlemeyen mevzuata işlerlik kazandırılmalıdır. Küçük ve Orta İşletmelere finansal destek sağlayan Halk Bankası, tümüyle bu işletmelere hizmet veren bir kuruluş biçimine dönüştürülmelidir. Diğer bankalar da, toplam kredilerin belli bir orandaki tutarını küçük ve

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

orta işletmelere aktarmalıdır.

Küçük işletmelerin yabancı sermayeye rağbet etmemelerinin nedenlerinden biri bankanın işletmelere kredi verirken çıkardığı güçlükler, diğeri ise işletmelerin kredi kullanma eğilimlerinin az olmasıdır. Eğer Konsey yada Halk Bankası bünyesinde bir Garanti Fonu kurulursa, bu Fon Banka ile işletme arasında "Garantörlük" görevini yerine getirerek, bankaya güvence verebilir. İşletmeyi ise kredi alırken karşılaşacağı güçlüklerden kurtarabilir. Ayrıca Fon, borçların geri ödenmesini garanti etmek suretiyle işletmelerin kredi kullanma eğilimlerini arttırabilir. İşletmeler ise kolayca yabancı sermaye bulabilmek için Sermaye Şirketi'ne dönüşebilirler.

Küçük ve Orta İşletmelere finansman dışı destek sağlayacak bir Danışma Merkezi'nin kurulmasına büyük gereksinim vardır. Danışma Merkezi, Halk Bankası, Odalar, TÜBİTAK, SEGEM, KPM, Üniversiteler gibi danışmanlık hizmeti veren kuruluşlar arasında işbirliğini sağlayarak işletmelere hizmet sunabilir. Öte yandan İGEB, gerek yurt içinde gerekse yurt dışında çeşitli büroler açarak haberleşme ağı kurup işletmelere, istenilen zamanda istenilen biçimdeki güncel bilgileri sunan Bilgi Bankası niteliğine bürünebilir. Ayrıca işletmeler de, İGEB'ye bilgi verme konusunda çekingen davranmamalıdır.

İhracatçı küçük işletmelerin, dış pazardan gelen büyük talepleri karşılayabilmesi yada DTSŞ'lerine verilen özel teşviklerden yararlanabilmesi için özel statülü bir DTSŞ'i kurulabilir. Bu şirket, İhracatçı birlikleri, Odalar ve İGEB ile yakın işbirliği içinde bulunmalıdır. Ayrıca bu şirket, küçük işletmelerin dış ülkelere açılan bir penceresi ve işletmeler için birleştiricilik niteliği taşıyacağından kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olmalıdır.

Merkezi Ankara olan KÜSGET, bölge temeline göre ülkenin her yerinde örgütlenerek, modernizasyon, araç kiralama, El-Köy Sanatlarını geliştirme ve eğitim gibi çalışmaları yürüten, Danışma Merkezi ve İGEB ile ortaklaşa çalışan bir kuruluş olabilir.

Küçük ve orta sanayii geliştirme konusunda sorumlu bir kuruluş yoktur. Bu sanayiye ilişkin işletmeler

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

birleşerek, şu anda varolan "Esnaf ve Sanatkârlar Konfederasyon"una benzer bir Konfederasyon kurabilirler. Küçük ve orta işletmelerin birleşerek kuracakları örgüt ne olursa olsun, örgüt yöneticilerinin bireycilikten ve bencillikten sıyrılarak örgütü oluşturan bireylerin genelinin çıkarlarını gözetip, örgütün tam güvencesini sağlaması gerekmektedir.

İşletmeler, stratejik değişimler karşısında güçlü olabilmek ve onlara uyum sağlayabilmek için Konfederasyon'un öncülüğünde Danışma Merkezi'nin yardımıyla yürüyebilecek Eğitim Programları'na öncelikle önem vermelidir.

Türkiye, ekonomik gelişme sürecinde ihracata, 24 Ocak 1980 kararlarından sonra önem veren bir ülke olmuştur. Küçük işletmeler, Türkiye Ekonomisi'nde, oran olarak büyük bir yer tutmaktadır. Bu nedenden küçük işletmeler, ihracata, kazanç elde etmek ve riski dağıtmak için yöneliyorlarsa da sosyal sorumluluklarını da unutmamalıdırlar. Devlet ise, ihracata yönelmeyi ve birleşmeyi sağlayabilmesi için, ülke çapında, öncelikle eğitim'e ağırlık vermeli; yaşama olanaklarından yoksun küçük işletmeleri desteklemek yerine başka alanlara kaydırmalıdır. Ayrıca devlet, küçük işletmeler için oluşturulacak modelde, işletmelerin isteklerini göz önünde bulundurmalı, verilen ihracat ile ilgili teşvikleri, küçük işletmeler lehine tekrar gözden geçirmelidir. Aynı zamanda devlet, denetim mekanizmasına güç ve işlerlik kazandırmalıdır.

Sonuç olarak, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler'in, yalnızca Türkiye'de değil, ABD gibi gelişmiş ülkelerde bile büyük önemi olduğu yadsınamaz. İhracat yapmak isteyen bu işletmeleri biraraya getirmek ve onların Güney Kore Modeli'ne benzer bir biçimde örgütlenmelerini sağlamak gerekir. Her türlü denetimden uzak, dağınık ve bilinçsiz bir biçimde ihracat yapmaktan dolayı ülkemize fazla katkıda bulunamayan bu işletmelerimizin, bir Merkezi Örgütsel Yapı'ya büyük gereksinimi vardır. Ancak Konsey çevresinde toplanması istenen kuruluşlardan belir-

li hizmetler beklemektedir. Hizmetlerin ise bir maliyeti olacaktır. Bu nedenle önce maliyet-fayda karşılaştırılması yapılarak gerek küçük sanayiciye gerekse hükümete böyle bir modelin getireceği yararlar ortaya konmalıdır.

-- 0 --

KAYNAKLAR

- Akan, Betül Oran ve Teoman Kuyumcu (haz.): Avrupa Ekonomik Topluluğu'nda Küçük ve Orta Büyüklükte İşletmeler, İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, İstanbul: KKV 16 Aralık 1935
- Korea Credit Guarantee Fund; KCGF Functions and Activities, Seoul: 1985.
- Korea Federation of Small Business: Status of the Korean Small Business, Seoul: 1935.
- KOTI, Korea Trading International Inc.: Guide for Small Orders, Seoul: 1934.
- Small and Medium Industry Basic Act: (3650 S.K.), 1932.
- Small and Medium Industry Promotion Act: (3651 S.K.), 1932.
- The Small and Medium Industry Bank; Small and Medium Enterprises In Korea, Seoul: 1983.
- The Small and Medium Industry Bank: SMIB Profile, Seoul: 1985.
- Özel, Mustafa; "Japonya ve Güney Kore'de Genel Ticaret Şirketleri Modeli, "Dış Ticarette Gelişmeler Semineri, 8 Ocak 1935.
- Yalçın, F. Asuman; "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin İhracatında Örgütsel Yapının Rolü," Yayınlanmamış Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, 1986.
- Yücel, Dilara; "Kore Küçük Sanayi Araştırma ve Değerlendirme Raporu," KÜSGET, Ankara; 1985.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

REKLAMLARIN EKONOMİK VE SOSYAL ETKİLERİ VE TÜRKİYE'DE BİR ARAŞTIRMA

Ar.Gör.Nimet URAY
İTÜ İşletme Fakültesi

ÖZET

Ekonomi, sosyoloji ve psikoloji ile etkileşim içinde olan pazarlama disiplininin en etkin vasıtalarından biri olan reklamın yaygın kullanımı sonucunda reklam, öncelikle söz konusu dallardan yönetilen çeşitli eleştirilere hedef olmuştur. Bu eleştiriler, reklamın ekonomik ve sosyal etkileri ile içeriğine yönelik niteliktedir.

Ekonomistler tarafından reklama yöneltilen en yaygın eleştirileri beş temel sınıfta toplamak mümkündür.

1. Kıt kaynakların israfına yol açması
2. Kaynakların istenmeyen bir şekilde tahsisi sonucu ekonomik büyümede olumsuz etkide bulunması
3. Rekabeti önlemesi ve tekelleşmeye neden olması
4. İşletmelerin üretim ve pazarlama maliyetlerini artırması
5. Talep yaratması.

Reklamcılıktaki gelişmeye paralel olarak reklama, ekonomik etkilerine yönelik eleştirilerin yanı sıra, reklamların içeriğine yönelik eleştiriler de yöneltilmiştir.

Bu eleştiriler iki ana grupta toplanabilir :

1. Reklamların uygunluğuna ilişkin eleştiriler
2. Reklamların aldatıcı-yanıltıcı olduğuna ilişkin eleştiriler.

Reklamların uygunluğuna ilişkin eleştirileri beş sınıfta toplamak mümkündür.

1. Reklam mesajının uygun olmayan bir içeriğinin bulunması, uygun olmayan bir zamanda iletilmesi
2. Reklama konu olan ürüne karşı bilinç nedeni ile, reklamı uygun bulmamak
3. Korku ve seks gibi unsurların kullanılması
4. Reklam mesajının aşırı tekrarı yüksek ses, ses efektleri gibi tekniklerin kullanılması.

5. Reklamda kullanılan dilin çağdaş, güncel ve kabul görmüş olması.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Reklamların içeriğine yönelik diğer eleştiri reklamların aldatıcı yanıltıcı olduğuna ilişkindir. Bu konu, başta tüketicilere daha sonra rekip firmalara ve tümüyle ülke ekonomisine çeşitli zararlar verecek olduğundan, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Reklamların sosyol etkilerine yönelik eleştirileri ise 4 grupta toplayabiliriz.

1. Maddeciliği kuvvetlendirmesi
2. Ahlaki ve kültürel değerleri zedelemesi
3. Toplumda kalıplaşmış kişiler yaratması
4. Çocuklar üzerinde olumsuz etkide bulunması.

1985-86 döneminde İstanbul'da TV reklamları ile ilgili olarak yapılan araştırma, sözkonusu eleştirilere karşın, halkımızın reklamı ekonomik yönü ile benimsediğini, sosyal etkileri konusunda ise daha kayıtsız kaldığını ortaya koymaktadır. Aynı araştırma sonuçlarına göre, halkımızın bir reklamın aldatıcı-yanıltıcı olmaması için, o reklamın bilgi verme fonksiyonunu doğru ve eksiksiz bir şekilde yerine getirmesi, abartıcı ifadelerden kaçınması gerektiğine inandıklarını göstermektedir.

GİRİŞ

Günümüzde reklamcılığın bir kurum olarak hızla gelişiminin sonucunda, reklam adeta yaşadığımız çevreyi kuşatmış, yaygın olarak yaşantımıza girmiştir. Üretici ile tüketici arasında iletişimin sağlanmasında pazarlama vasıtalarından biri olan reklamın, yaygın kullanımı ve hedef kitleye ulaşmada etkin bir araç olması, sosyal ve ekonomik açıdan toplum üzerinde etkili olmasına yol açmıştır. Reklamların toplum üzerindeki etkileri temel olarak iki sınıfta toplanabilir. Bunlar : 1) Reklamların makro ve mikro bazda ekonomik etkileri, 2) Reklamların toplumsal değerler, kültür ve yaşan tarzı üzerindeki etkileri -sosyal etkiler-.

Çeşitli bilim dalları ile etkileşim içinde olan pazarlamanın, en etkin vasıtalarından biri olan reklam, özellikle sözkonusu dallardan yönetilen eleştirilere hedef olmuştur.

Reklamlara ve bir kurum olarak reklamcılığa, başta ekonomistler olmak üzere, sosyologlar, psikologlar ve diğer toplum bilimciler tara-

fından yöneltilen eleştirileri üç grupta toplamak mümkündür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1) Reklamın ekonomik etkilerine yönelik eleştiriler
2) Reklamın içeriğine yönelik eleştiriler
3) Reklamın sosyal etkilerine yönelik eleştiriler.

Reklamların ekonomik ve sosyal etkilerini, dolayısı ile sosyal sorumluluğunu söz konusu eleştiriler çerçevesinde inceleyebiliriz.

A. Reklama Yöneltilen Eleştiriler :

1. Reklamın Ekonomik Etkilerine Yönelik Eleştiriler

Reklamın ekonomik etkilerini ve bu etkilere ilişkili olarak yöneltilen eleştirileri genelde iki kısımda incelemek mümkündür. Reklamın ulusal ekonomiye olan etkileri, bu etkilerin makro yönünü, firmalara olan etkileri ise mikro yönünü oluşturur. Şimdi her iki açıdan reklamın ekonomik etkilerini ve bu etkilere ilişkin olarak yöneltilen eleştirilerin en yaygın olanlarını inceleyelim :

1.1. Reklamın Makro Açıdan Ekonomik Etkilerine Yönelik Eleştiriler :

1.1.1. Reklamın kıt kaynakların israfına yol açması :

Ekonomistler tarafından reklama yöneltilen temel eleştirilerden biri, reklamın israfa yol açtığıdır. Bu kişilere göre, reklamın baskısının sonucunda, tüketiciler gerçek ihtiyaçlarının ötesinde mal ve hizmetler satın almakta, bu da kıt ekonomik kaynakların israfına yol açmaktadır. Sözkonusu eleştiriyi şiddetle destekleyenlerden biri ekonomist John Keneth Galbraith'dir.

Reklamın ekonomik açıdan kayıba neden olduğunu ileri süren bu geleneksel ekonomik görüş, tüketicilerin mükemmel bir iletişime sahip olduğu ve reklam olmaksızın seçimlerini yapabilecekleri varsayımına dayanır. Nelson'a göre ise, tüketiciler ürünler ve hizmetler hakkında tam bilgiye sahip olmaktan çok uzaktır. Bu nedenle, tüketiciler satın alma tercihlerini yapabilmek için bilgi edinmek, böylece daha rasyonel kararlar vermek isterler. Reklamın bilgi verme fonksiyonunu yerine getirmesi kaynakların israfına sebep olmaz, aksine kaynak israfını önler.

Ayrıca söz konusu eleştiriye karşıt görüşteki kişiler, tüketicilerin düşünmeden karar veren, avantajlarını kıyaslamayan, kolay şartlanabilir bir kalabalık olmadığını ileri sürmektedirler.

1.1.2. Kaynakların istenmeyen şekilde tahsisi sonucu ekonomik büyümede olumsuz etkide bulunması :

Bazı eleştirmenler, reklam harcamalarının toplumun kıt kaynaklarının istenmeyen bir şekilde tahsisine yol açtığını ileri sürmektedir. Bu eleştiriye karşın, Richard Holton reklamın iletişim maliyetlerini azaltarak, daha fazla ve daha kaliteli malların pazarlanmasına yardımcı olduğunu, böylece daha fazla gayrisafi milli hasıla'nın oluşmasına ve yaşam standardının yükselmesine neden olduğunu belirtmektedir |8|. Wright, Winter ve Zeigler ise, reklamların istihdam sağlamak açısından önemli bir rol oynadığını ileri sürmüştür |8|. Çünkü daha fazla istihdam için, mal ve hizmetlere yönelik bir talep artışı gerekir ve bu hedefe ulaşmada reklam oldukça etkili bir araçtır. Ayrıca reklam ekonomik bir iletişim sağladığından, ürün gelişimini teşvik eder ve yeni ürünlerin üretilmesi ile, daha fazla iş imkanı, yatırım fırsatlarının olduğu genişlemiş bir ekonomi sağlama gücüne de sahiptir.

1.1.3. Rekabeti önleyerek, tekelleşmeye yol açması :

Bir endüstride rekabetin en yaygın ölçümü, endüstri satışlarının birkaç firmada yoğunlaşmasının derecesidir. Eğer reklam gerçekten yoğunlaşmaya neden oluyorsa, reklam seviyesi (reklam/satışlar) ve yoğunlaşma arasında bir ilişki olmalıdır. Yapılan araştırmaların sonuçları iki değer arasında önemli bir korelasyonun olmadığını ortaya koymaktadır. Reklamın tekelleşmeye yol açtığını ileri süren eleştirmenlere göre, eğer reklamı yapılan malın kalitesi, reklamı yapılmayandan çok farklı değilse, tüketicinin kaliteye dönük reklam yolu ile, reklamı yapılan malın farklı olduğuna suni olarak inandırılması sonucu, fiyat rekabeti ortadan kalkar, tekel fiyatları oluşur. Ayrıca yoğun reklam faaliyetlerinin, ilgili pazara yeni üreticilerin girmesini zorlaştırdığı da ileri sürülmektedir. Sözkonusu görüşleri kanıtlamak için, reklam giderleri ile kâr artışı arasında bir korelasyonun varlığı saptanmalıdır. Lesler Telser, Yale Brozen böyle bir korelasyonun varlığından dahi şüphe ederken, Nelson rek-

lamın tekelci gelişmeleri önlediğini ileri sürmektedir |4|. Reklamın yeni mal ve hizmetleri tüketicilere tanıtma fonksiyonu, reklamın rekabeti değil, tekelci gelişmeleri önleyici etkiye sahip bir araç olduğunu göstermektedir. Jules Backman'a göre de, araştırma bulguları reklamın rekabeti önlemediğini, reklamın oldukça fazla rekabetçi bir yapısı olduğunu ortaya koyar |8|.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Reklamın özellikle makro düzeyde ekonomik etkilerine ilişkin yöneltilen eleştirilerin çoğunun, deneysel bulgular ile desteklenememiş olması dikkat çekici bir konudur.

1.2. Reklamın Mikro Açıdan Ekonomik Etkilerine Yönelik Eleştiriler

1.2.1. Üretim ve pazarlama maliyetlerini arttırması :

Bu eleştiriye karşın, reklamın talebi istikrarlı hale getirmesi halinde, üretim maliyetini azaltacağı ileri sürülür |2|. Bazı ürünlerin talebi mevsimler itibariyle değişiklik gösterir. Bu tür ürünleri üretenler, mevsimsel trendlerini düzgün hale getirmek için, talebin az olduğu dönemlerde reklamın yardımı ile talebi canlandırmaya çalışırlar. Diğer yandan reklama taraftar birçok kişi, yoğun reklam yapmanın diğer satış maliyetlerini azaltacağını belirtir. Reklamın en önemli görevi büyük kitlelerle iletişim kurmaktır. İletişim aracı olarak reklama çeşitli alternatifler bulunmasına rağmen (satış elemanları, perakendeciler vb), sözkonusu alternatiflerin maliyeti çoğu durumda, reklama kıyasla çok daha fazladır. Herşeyden önce, günümüzde reklam bireysel satışı ikame ettiğinden, önce dağıtım maliyetini bunun sonucunda pazarlama maliyetini azaltır. Ayrıca, piyasa dalgalanmalarında reklam olumsuzlukları azaltıcı etki yapar. Ekonomi zayıf olduğunda, siparişe ihtiyaç duyulduğunda, işletmeler reklam harcamalarını arttırmalı, aksi halde azaltmalıdır.

1.2.2. Talep yaratması :

Reklamın talep yarattığını ileri süren eleştirmenlerden biri olan J.M. Clark'a göre, talep, reklam hipnotizma sanatının bir oyuncağıdır |5|. Doğal olarak, reklamın talebi etkilemesi konusunda hiçbir tereddüt sözkonusu değildir. Fakat bu, talebin reklam hipnotizma sanatının bir oyuncağı olduğu anlamına gelmez. Ayrıca reklam bir

bir hipnotizma sanatı değildir. Reklam talebi etkiler, fakat talep yaratmaz. Neil Borden'in dediği gibi, reklam talep yaratmaz, ancak arttırabilir bir başka deyişle talebi canlandırır.

Özetle, tüketicinin piyasada en etkili güç olduğu günümüzde, çağdaş pazarlama bilincindeki işletmeler için reklam, doğru ve etkin kullanıldığı sürece maliyetleri azaltıcı, talebi canlandırıcı, piyasa dalgalanmalarındaki olumsuzlukları hafifletici etkilere sahiptir.

2. Reklamın İçeriğine Yönelik Eleştiriler

Reklamcılıktaki gelişmeye paralel olarak, reklama yalnız ekonomik ve sosyal etkilerine ilişkin eleştiriler değil, reklamların içeriği ile ilgili,direkt olarak tüketicilerle ilişkili eleştiriler de yöneltilmiştir. Reklamın içeriğine yönelik eleştirileri iki ana grupta incelemek mümkündür.

1) Reklamların uygunluğuna ilişkin eleştiriler
2) Reklamların yanıltıcı, aldatıcı olduğuna ilişkin eleştiriler.

2.1. Reklamda Uygunluk Sorunu ve Eleştiriler

Bazı eleştirmenler reklamda yaratıcı çalışmanın uygun olmayan bir nitelikte bulunması nedeniyle, reklama karşı olurlar. Reklamın uygun olmamasıyla ilgili nedenleri 5 sınıfta toplamak mümkün olabilir .

1. Reklam mesajının uygun olmayan bir içeriğinin bulunması, uygun olmayan bir zamanda iletilmesi.
2. Reklama konu olan ürüne karşı olmak nedeni ile, reklamı uygun bulmamak.
3. Korku ve seks gibi unsurların kullanılması.,
4. Reklam mesajının aşırı tekrarı, yüksek ses, ses efektleri gibi tekniklerin kullanılması.
5. Reklamda kullanılan dilin çağdaş, güncel ve kabul görmüş olmaması.

Sözkonusu nedenlerden ilki, etkin bir reklam planlamasında medya planının yapılmasının temel koşulu ile ilgilidir. Medya planlaması yapılırken, hedef kitleye hitap eden doğru medyaların seçimi kadar önemli bir konu da, reklamın bu medyalarda hangi zamanlarda yer

olacağını belirlemektir. Uygun zamanları belirlemek ise, seçilen hedef kitlenin ve en önemlisi reklamı yapılan mal veya hizmetin özelliklerine bağlıdır.

Uygunluk sorunu ile ilgili nedenlerden ikincisi, kişilerin herhangi bir mal veya hizmeti uygun görmemesi halinde, o ürün/hizmetin reklamını da uygun bulmadığını belirtmektedir. İçki, sigara gibi ürünlerin reklamları genellikle bu ürünlere karşı olunduğu için, uygun görülmez. Aslında ürün/hizmet'e karşı olmak ile, o ürünün/hizmet'in reklamına karşı olmanın birbirine bağlı olmaması gerektiği halde, toplumda bazı kişilerin karşı çıktığı ürünler olduğu sürece, bu ürünlerin reklamlarının da benimsenemeyeceğini, bir başka deyişle uygun bulunmayarak eleştirileceğini ileri sürebiliriz.

Reklamda korku ve seks gibi unsurların hakim olması ise,toplumun ruh sağlığını,, gelenek ve göreneklerini direkt olarak etkileyeceğinden, özellikle çocuklar üzerinde olumsuz etkileri olabileceğinden, üzerinde hassaslıkla durulması gereken konulardan biridir. Ancak, sigorta hizmetlerinin reklamlarında korku unsurunun kullanılmaması hemen hemen kaçınılmazdır.

Uygunluk sorunu ile ilgili bir diğer neden, reklam mesajının aşırı derecede tekrar,yüksek perdede ses, ses efektleri gibi reklam tekniklerinin kullanılması, bunun sonucunda reklamların kişiler tarafından eleştirilmesidir. Konu ile ilgili olarak, bazı eleştirmenler, reklamın iletişim fonksiyonunu yerine getirmesi için, bu tekniklerin kullanılmasının zorunlu olduğunu ileri sürerler. Diğer yandan, bu tekniklerin kullanılmasını, reklamın oluşumunda önemli yer tutan yaratıcılığın iflası olarak değerlendiren bir grup eleştirmen de bulunmaktadır.

Reklamın uygunluğuna yönelik eleştirilerden sonuncusu, reklamda kullanılan dil ile ilgilidir. Reklamın etkin olması için, tüketiciler ile günlük sözcükleri kullanarak iletişim kurmaya çalışmak, henüz tam olarak benimsenmemiş kavramlara yer vermekten kaçınmak gerekmektedir.

2.2. Reklamın Aldatıcı ve Yanıltıcı Olması

Reklamın başlıca amacı tüketiciye arz edilen mal ve hizmetler, kurumlar hakkında doğru ve yeterli bilgi vermektir. Reklam, iletişim

görevini etkin olarak yerine getirebilmek için,tüketicinin güvenini kazanmalıdır. Günümüzde reklama yöneltilen eleştirilerden biri de, reklamların gerçeği yansıtmadığı, aldatıcı-yanıltıcı nitelikte olduğu doğrultusundadır. Reklamın halka ilettiği mesaj,ne gerçeklerin kuru bir dille anlatılması,ne de yanıltıcı, sakıncalı bilgilerin yayılmasıdır. Aldatıcı-yanıltıcı nitelikteki reklamlar, öncelikle tüketicilerin rasyonel ve ekonomik tercihler yapmasına engel olacak, rekip firmalara ve tümüyle ülke ekonomisine çeşitli zararlar verecektir.Bu nedenle öncelikle reklam verenlerin ve reklam ajanslarının sorumluluk bilinci ile davranmaları gerekmektedir.

Reklam verenler tüketicilere doğru bilgi iletmenin gereğini, tüketiciye karşı dürüst olmanın önemini kavradığı sürece, aldatıcı-yanıltıcı nitelikte reklam uygulamalarını önlemede, sorumluluk bilinci ile davranmış olacaklardır.

Günümüzde, üretilen mal ve hizmetlerin ve bunların reklamlarının sayısının artması ile, yanlış reklam uygulamalarına karşı, reklam verenlerin de sorumlulukları artmaktadır. Bundan dolayı, konu ile ilgili olarak ileri sürülen en etkin çözümlerden biri, reklam veren işletmelerin sektör bazında örgütlenerek, oto-kontrol sistemini kurmaları ve işlerliğini sağlamalarıdır.

Diğer yandan, reklam ajansları da reklamını yaptıkları mal veya hizmetin çeşitli özellikleri, kalitesi, fonksiyonları ve fiyatı konusunda reklam verenlerden gerekli bilgileri eksiksiz almaya çalışarak, bu bilgileri doğru bir şekilde iletip, abartıcı ifadelerden kaçındığı sürece, toplumsal sorumluluklarını yerine getirmede önemli bir adım atmış olacaklardır. Ancak bu faaliyetleri yerine getirirken, bilimsel temellere dayanarak çalışmalarını sürdürmeleri de gerekmektedir |3|.

Aldatıcı-yanıltıcı reklamlara karşı gerek yasal ve örgütsel önlemler almak, gerekse söz konusu nitelikteki reklamlardan zarar gören tüketicinin haklarının neler olduğu, hangi kurumlara başvurması gerektiği konusunda eğitimi, devletin sorumluluğu kapsamındadır. Ayrıca, medyalar da yayın veya basımını kabul ettikleri reklamların dürüstlük ve doğruluk standartlarına uygun olup olmadığı konusuna önem vermek, gerekli önlemleri almakla sorumludurlar.

Günümüzde aldatıcı yanıltıcı reklam uygulamalarının varlığını inkar etmek pek mümkün değildir. Ancak bu, tüm reklamların aldatıcı-yanıltıcı nitelikte olduğu anlamına gelmez. Bu nedenle tüm reklamları bu şekilde değerlendiren eleştirmenlere katılmak söz konusu değildir. Önemli konu, aldatıcı-yanıltıcı nitelikte reklamların zararlı etkilerinden tüketicileri ve genelde toplumu korumak için,reklamcılıkla ilgili çevrelerin sorumluluklarının bilinci ile davranmaları ve yasal düzenlemeler ile söz konusu uygulamaların önlenmesine gidilmesidir.

3. Reklamın Sosyal Etkilerine Yönelik Eleştiriler

Günümüzde reklamın toplumsal değerler, kültür ve yaşam tarzı üzerinde etkili olduğu, çok sayıda kişi tarafından kabul edilmektedir. Bu yaygın kanı, reklama, söz konusu etkilerine ilişkin çeşitli eleştiriler yöneltilmesine neden olmaktadır. Ayrıca reklamın sosyal standartlar, hatta sosyal haklar konularında da sorumlu olduğu ileri sürülmektedir.

3.1. Reklamın Değerler, Kültür ve Yaşam Tarzı Üzerindeki Etkilerine Yönelik Eleştiriler

3.1.1. Maddeciliği kuvvetlendirmesi :

Reklama sosyal açıdan yöneltilen eleştirilerin en önemlisi, reklamın maddeciliği kuvvetlendirdiğini, tüketicileri tatminsiz hale getirerek yanlış ihtiyaçların oluşmasına neden olduğunu, böylece bizleri yeni istek ve ihtiyaçlara yönelttiğini ileri süren görüştür. Bu görüş, ekonomist Galbraith tarafından da desteklenmekte, ayrıca reklamın iyi bir toplum oluşmasına engel olan, maddeci toplum yapısını teşvik ettiği ileri sürülmektedir.

Reklamın yanlış ihtiyaçlar yarattığını ileri sürmek ise, gerçekçi olmaktan çok uzak bir iddiadır. Çünkü reklam hiçbir ihtiyacı yaratamaz, ancak istek ve ihtiyaçları canlandırabilir. Aslında reklam, ancak var olan temel bir ihtiyacı,özel bir tercih haline getirmede etkili olabilir.

F.P.Bishop günümüzün maddeciliğinin modern reklamcılığın bir icadı olmadığını, ancak reklamcılığın topluma maddi şeyleri elde etme imkanını veren ekonomik ortamın bir parçası olduğunu ileri sürer |5|. Diğer yandan, Mauer ve Greyser tüketicilerin çoğunlukla kaynaklarını maddi unsurlara harcayarak,maddi olmayan hedeflere ulaşmayı amaçladıklarını ileri sürerler |1|.

Reklamlar, yayınlandıkları veya basıldıkları medya türlerine göre sınıflandırıldığında, maddeciliğin yaygınlaşmesinde en fazla eleştirilen reklam türü, televizyon reklamlarıdır. Televizyon reklamlarını eleştirenler, bu reklamların maddeciliği yaygınlaştırdığını ve özellikle maddi gücü sınırlı kişilerde tatminsizliğe, maddi gücü fazla olanlara benzeme isteğine yol açtığını ileri sürerler.

Diğer yandan bu konudaki eleştiriye karşıt görüşte bir grup, reklamları kişileri maddeye önem verir hale getiren düzenin sorunlusu olarak değerlendirmenin doğru bir yaklaşım olmadığını ileri sürmektedir. Bu kişilere göre, günümüzde, yaşantımızı daha kolay,zevkli hale getiren unsurlar teknolojik gelişmenin ve yeniliklerin ürünleridir. Bu konuda reklamın rolü ise, teknolojinin sesini insanlara ulaştırmaktır.

Ancak vurgulanması gereken önemli bir konu, özellikle televizyon reklamlarına yönelik eleştirinin, yalnız reklamlar için değil, TV'deki diğer programlardan bazıları için de geçerli nitelikte olmasıdır. Ayrıca, günümüzde toplumların maddeci yapısının, toplumsallaşma sürecinin bir sonucu olması da önemli bir konudur.

3.1.2. Ahlaki ve kültürel değerleri zedelemesi :

Birçok eleştirmen reklamların toplumun ahlaki değerlerini zedelediğini, kültürel ve estetik standartları saptırdığını ileri sürmektedirler. Ekonomist George J.Stigler ise, bu eleştiriye karşı görüşte olan kişilerden biridir. Stigler, günümüzün serbest girişim toplumunda reklamın toplumun ahlaki değerlerini zedeleme ve kültürünü geriletme ile suçlanmasının,şişmanlamaktan ötürü lokantadaki garsonları suçlamakla aynı olduğunu belirterek, ilginç bir benzetme yapmıştır |8|.

Doğal olarak, bir mal veya hizmetin reklamı, içerik ve mesaj bakımından toplumun ahlaki ve kültürel değerleri ile uyum içinde olmalıdır. Bu şart sağlandığı taktirde, reklam bu değerleri yapıtıcı değil kuvvetlendirici bir etkide bulunur.

3.1.3. Toplumda kalıplaşmış kişiler yaratması :

Bu görüşe göre reklamlar, bazı grupların ve özellikle kadınların toplumdaki yerlerini, etkinliklerini belirli kalıplar halinde yansıtmakta, bunun sonucunda konu ile ilgili olarak, toplumsal yargıların kalıplaşmasına ve yerleşik yapının statikleşmesine neden olmaktadır. Bu konuda psikolog Kassarjian çeşitli yıllarda ABD'de zencilerin reklamlarda hangi imajla yansıtıldığına ilişkin araştırmalar yapmıştır |1|. Courtney ve Lockeretz ise 1970'de gazete ve magazin reklamlarında kadınların genellikle ne tür konumlarda bulunduğunu saptamak üzere bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırma sonuçları söz konusu eleştiriyi destekleyici niteliktedir. Çünkü bulgular,kadınların hiç bir reklamda meslek sahibi bir kişi olarak yer almadığını, buna karşılık erkeklerin çoğunun meslek sahibi kişiler olarak yansıtıldığını göstermektedir. Araştırma sonuçları, kadınların reklamlarda genellikle ev hanımı ve anne olarak tanımlandığını, ara sıra bazı vasıfsız işlerde çalışan kişiler olarak yansıtıldığını ortaya koymaktadır. Ancak 1976'da Scheihe tarafından yapılan araştırmadan elde edilen bulgular bir önceki araştırma sonuçlarından esaslı bir farklılığı vurgulamaktadır.

GünümÜzde, çalışan kadınların sayısındaki artış ve kadınların iş hayatında ve aile içindeki rollerin değişmesi sonucunda, reklamlarda kadınların,eskisinden çok daha fazla sıklıkta çalışan ve belli bir meslek sahibi kadın olarak yer aldığı görülmektedir. Böylece reklam, toplumun değişen değerlerini yansıtmakta, buna bağlı olarak, yeni değer yargılarının ve düşüncelerin yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Ülkemizde son yıllarda yapılan araştırmalar, çalışan kadın sayısında büyük bir artış olduğunu, kadınların eğitim düzeyinde belirgin bir yükselme olduğunu, kadınların daha önceki yıllara oranla aile kararlarında daha etkin bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ancak Türk kadını, iyi bir anne ve iyi bir eş olmayı, bir kadının en önemli

özellikleri olarak düşünmektedir. Mesleki başarı ve ekonomik bağımsızlık ise çok daha az önem verilen değerlerdir |9|. Diğer yandan, toplumumuzda gerek erkekler gerekse kadınlar reklamlardaki şevkatli anne, iyi eş, iyi ev kadını ve seksi kadın imajlarının iyi bir iş kadını imajından daha ilgi çekici olduğunu düşünmektedirler.

Özellikle ABD'de kadınlar, reklamlarda kadınların sadece ev işleri ile uğraşan, çocuk bakan ve seks unsuru olarak görülen kişiler halinde yansıtılmasına büyük tepkiler göstermekte, bu konuda oldukça duyarlı davranmaktadırlar. Oysa araştırma sonuçlarından da görüldüğü gibi, toplumumuzda kadınlarımızın çoğunluğu, öncelikle bu rolleri benimsemektedir.

3.1.4. Reklamların çocuklar Üzerindeki etkilerine ilişkin eleştiriler :

Bu konuda çok sayıda kişi, reklamların çocukları gereksiz tüketime teşvik ettiğini çocuklarda tatminsiz kişiliklerin oluşmasına neden olduğunu ileri sürmektedir. Söz konusu iddia daha ziyade TV reklamlarını hedef almaktadır. Araştırmalar, özellikle okul çağında olmayan çocukların, genç ve yetişkinlerden daha fazla televizyon izlediğini göstermektedir. Ayrıca, Scott Ward'ın yapmış olduğu araştırma sonucuna göre okul çağında olmayan, televizyon izlene sıklıkları fazla olan çocuklar, reklamların her zaman doğruyu söylediğine inanmakta, bu konudaki inanç yaş ile doğru orantılı olarak azalmaktadır |7|. Bir çocuğun ruhsal olarak sağlıklı, yaşadığı toplumun gelenek, görenek ve değerlerine uygun olarak yetişmesine özen gösterilmesi gereği ortadadır. Bu nedenle, öncelikle ses, resim ve hareket unsurlarını bir arada yansıtan bir medya olarak, televizyonun çocuklar üzerinde çok etkili olması, özellikle çocuklara yönelik TV reklamlarının olumsuz etkiler yaratmayacak şekilde titizlikle hazırlanmasını gerektirmektedir.

TV reklamlarının çocuklar üzerindeki etkilerine yönelik eleştirilere göre, çocuklar TV reklamlarında gördükleri herhangi bir ürünün satın alınması konusunda, sürekli olarak ailelerinden istekte bulunmaktadır. Bu konu gerçekten üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Çünkü, söz konusu durum hem çocuğun ruhsal yapısını, hem de aile ilişkilerini olumsuz yönde etkileyebilir.

1974'de Robertson ve Rossiter, 1975'de ise Ward, Wackman ve Wartella tarafından yapılan araştırmalar, TV reklamlarındaki ürünleri isteme oranının yaş ile bağlantılı olarak azaldığını ortaya koymaktadır [6]. Konu ile ilgili olarak yapılan bir araştırma, ülkemizde küçük yaştaki çocukların en çok beğendikleri reklamı anlatabilme derecesinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, özellikle küçük yaştaki çocukların TV reklamlarını daha dikkatle seyrettiğini ve etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bazı eleştirmenler, çocuklara yönelik reklamların yasaklanması gerektiğini ileri sürerken, reklama taraftar bir grup ise, çocukların da tüketme hakkına sahip olduğunu, tüketim konusunda reklamlardan çok, ailelerinden ve yaşıtlarından etkilendiklerini iddia ederler. Ayrıca, özellikle TV reklamlarının düşük gelir grubundaki ailelerin çocuklarını psikolojik olarak olumsuz yönde etkilediği, beslenme alışkanlığını yönlendirdiği ileri sürülmektedir.

Reklamların çocuklar üzerinde olumsuz etkilerde bulunmasını önlemek amacı ile, gerek gelişmiş ülkelerde, gerekse ülkemizde çeşitli düzenlemeler ve denetimler getirilmiştir. İskandinav ülkelerinin çoğunda ise, çocukların reklam aracı olamayacağı ileri sürülerek bu konuda bir yasaklamaya gidilmiştir.

Bu eleştirilerin dışında, reklamların kişiler ve gruplar arası ilişkileri olumsuz yönde etkilediğini, ayrıca toplumda benzer kişiler yarattığını ileri süren eleştirmenler de mevcuttur.

SONUÇ

Reklamların gerek ekonomik gerekse sosyal yaşantımız üzerinde çeşitli etkilerinin olması, toplum üzerindeki olumsuz etkilerinin ve yanlış reklam uygulamalarının önlenmesi, dolayısı ile tüketicilerin korunması amacı ile reklamların denetlenmesi, yasal önlemlerin alınması konuları üzerinde önemle durulmasına yol açmıştır. Söz konusu amaçlara ulaşmada gerek bazı uluslararası kuruluşlarda gerekse özellikle gelişmiş ülkelerde yoğun faaliyetler gerçekleştirilmiş, yasal düzenlemeler getirilmiştir. Her iki düzeyde de genellikle aldatıcı-yanıltıcı reklam uygulamalarını önleme yönünde çalışmalar ile ilgilenen kuruluşlar olmasına rağmen genel ahlaki reklam standartları oluşturma ve bu konuda yasal düzenlemeler getirme yönünde de çalışmalar söz konusudur.

Yasal düzenlemelerin yanısıra özellikle gelişmiş ülkelerde bu konuda sorumluluğu paylaşan grupların (devlet, reklam veren, reklam ajansı ve medyalar) sektör bazında birleşerek, kendi içlerinde oto-kontrol

mekanizması kurmaları en etkin çözümlerden biri olarak benimsenmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

8. Araştırma

Konu ile ilgili olarak, 1985-86 döneminde bir saha çalışması yapılmıştır. Çalışmanın amacı, TV reklamlarının toplumsal sorumluluğu konusunda tüketicilerin düşüncelerini belirlemek, çeşitli gruplardan reklama yöneltilen eleştirilerin, ülkemizdeki TV reklamları için ne derecede geçerli olduğu konusunda görüşlerini öğrenmektir. Sözkonusu çalışma İstanbul'da yapılmış ve anket yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışma iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm kişilerin, sözkonusu eleştirilerden yararlanılarak saptanan ifadelere katılma derecelerini öğrenmeye yöneliktir. İkinci bölümde ise, kişilerden, TV reklamları arasında aldatıcı-yanıltıcı ve gerçeğe uygun olarak nitelendirdikleri reklamlara örnek vermeleri ve bu seçimin nedenlerini belirtmeleri istenmiştir.

Araştırmanın ilk bölümünün sonuçlarına göre, genellikle kısmen katılma yönünde görüşler bulunmakta, bu nedenle çoğunluk tarafından onaylanan ifadeler daha da önem kazanmaktadır. Bu sonuçlara göre, en fazla onaylanan görüş, TV reklamlarının yeni bir mal veya hizmeti tanıtma aracı olarak düşünülmesidir. Diğer yandan, reklamların rekabeti teşvik ettiği görüşü % 64.43 oranında onaylanmaktadır. Dolayısı ile, halkımızın reklamın ekonomik etkilerine yönelik en yaygın eleştirilerden biri olan, "reklamın rekabeti önlemesi" görüşüne katılmadığını ve bu sonucun oldukça dikkat çekici olduğunu söyleyebiliriz.

Örnek kütlemizin, teknolojik yenilik ve değişiklikler konusunda reklamların tüketiciyi haberdar ettiği görüşüne de çoğunlukla katılma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Reklamlara, sosyal etkileri açısından yöneltilen eleştirilerden biri olan "reklamın toplumda standart bir kişilik ve aile tarzını yerleştirmesi" görüşünü desteklemeyenlerin oranı, destekleyenlerden daha fazladır. Reklamların kültürel ve ahlaki değerler üzerinde olumsuz etkilerinin bulunduğu görüşüne ise, deneklerin % 37.57'sinin tamamıyla karşı olduklarını belirtmeleri oldukça dikkat çekici bir sonuçtur.

Reklamların ülke ekonomisi açısından gerekli bir unsur olduğuna ilişkin görüşün çoğunluk tarafından desteklenmesi de, reklamın ekonomik yönünün kabul edildiğini göstermesi açısından önemlidir. Cinsiyet ayrımına gidildiğinde, sonuçlar belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymakla birlikte, kadınların TV reklamlarına karşı, erkeklere kıyaslar daha olumlu bir tutum içinde olduğu ileri sürülebilir.

Diğer yandan, reklamların rekabeti teşvik etmesi, yeni bir mamulü tanıtma aracı olarak değerlendirilmesi görüşleri, anketin uygulandığı 4 farklı sosyal sınıftaki kişilerin çoğunluğu tarafından onaylanmaktadır. Ancak reklamların, "kişilerin ihtiyaçları olmadığı halde bazı mal veya hizmetleri satın almalarına neden olması" ve "çocuklarda tatminsiz bir kişiliğin oluşmasına yol açması" görüşlerine, üst sosyal sınıfta kesinlikle katılmayanların oranı, diğer sosyal sınıflardakinden yüksektir.

Araştırmanın ikinci bölümünde, kişilerden, gerçeğe uygun ve aldatıcı-yanıltıcı nitelikte TV reklamlarına örnek vermeleri istenmiştir. Ancak bir bölümü belli bir mal veya hizmet reklamını örnek göstermek yerine, belirli bir mal veya hizmet sınıfının reklamını örnek olarak vermişlerdir. Bunun üzerine, verilen örnekler genel ve özel reklam ayrımına tabi tutulmuştur. Anketlerde verilen örnekler ve bu örneklerin bir arada değerlendirilmesi ile, çoğunlukla ileri sürülen nedenler aşağıda yer almaktadır.

SONUÇLAR

Araştırmanın gerçeğe uygun ve aldatıcı reklam örnekleri ve nedenleri ile ilgili bölümün değerlendirilmesi :

Gerçeğe Uygun (Genel)

1. Banka Rek.
2. TV Cihazı Rek.

Nedenler

1. Mal veya hizmetin özellikleri hakkında tam ve yeterli bilgi vermesi
2. Yeni mamul veya hizmeti tanıtması
3. Mal ve hizmetin fiyatı ve ödeme şartlarının açıklanması

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Gerçeğe Uygun (Özel)

1. Alo
2. Signal
3. AEG Lavamat

Nedenler

1. Mal veya hizmetin özellikleri hakkında tam ve yeterli bilgi vermesi
2. Reklama konu olan mal veya hizmete güven duymak
3. Mal veya hizmetin bir uzman tarafından anlatılması

Aldatıcı (Genel)

1. Deterjan Rek.
2. Banka Rek.

Nedenler

1. Reklama konu olan mal/hizmetin özelliklerinin abartılması
2. Mal/hizmetin özellikleri hakkında yanlış ve eksik bilgi verilmesi

Aldatıcı (Özel)

1. Alo
2. Bio Tursil
3. Barbi

Nedenleri

1. Mal/hizmetin özelliklerinin abartılması
2. Mal/hizmetin özellikleri hakkında yanlış veya eksik bilgi verilmesi
3. Reklamda hayali kişi ve olaylara yer verilmesi

Bu sonuçlarda dikkati ç eken iki konu vardır :

1) Banka reklamlarının hem gerçeğe uygun, hem aldatıcı-yanıltıcı olarak nitelendirilmesi,
2) Alo reklamının aynı şekilde hem olumlu, hem olumsuz olarak nitelendirilmesi.

Alo reklamarının bu yönde bir çelişki ortaya koymasının temel nedeni deneklerin eğitimidir. Çünkü araştırma, eğitim düzeyi ile Alo reklamını aldatıcı bulma arasında doğrusal bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

Diğer yandan, Yapı ve Kredi Bankası'nın tele-işlem hizmetinin reklamlarda yansıtıldığı gibi hızlı olmaması, bazı kişilerin yalnız sözkonusu bankanın reklamını değil, tüm banka reklamlarını aldatıcı olarak nitelendirmelerine yol açmıştır.

Sonuç olarak, kişilerin reklamın ülke ekonomisi için gerekli olduğunu, rekabeti kuvvetlendirdiğini düşündüğünü, bir başka deyişle, ülkemizde kişilerin reklamı ekonomik yönü ile benimsediklerini söyleyebiliriz. Ancak reklamın sosyal etkilerine yönelik görüşlere tamamıyla katılma veya katılmama yönünde kesin bir eğilimin bulunmaması bizi bu konuda 2 sonuca götürebilir. Bu durumda, ya halkımızın reklamın sosyal etkileri konusunda genel olarak kayıtsız kaldıklarını, ya da ülkemizde TV reklamlarının gerçekten sosyal açıdan zararlı etkilere sahip olmadığına inandıklarını düşünebiliriz.

Diğer yandan, kişilerin bir reklamı gerçeğe uygun olarak nitelendirmelerinde temel nedenin mal/hizmetin özellikleri hakkında tam ve yeterli bilgi vermesi iken, aldatıcı bulmanın temel nedeni olarak sözkonusu özelliklerin abartılması gösterilmiştir. Dolayısı ile, bir reklamı gerçeğe uygun ve yanıltıcı olarak nitelendirmenin, o reklamın bilgi verme fonksiyonunu nasıl yerine getirdiğine bağlı olduğu sonucuna ulaşabiliriz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

1. Aqker David, Myers John G; Advertising Management, N.J.Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1982.

2. Dunn S.W., Advertising : Its Role in Modern Marketing, Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1966.

3. İterberk, Ahmet Bülent, "Reklamcının Toplumsal Sorumluluğu", Dünya Gazetesi, 6-7-8 Kasım 1985.

4. Koçer Berk, "Reklamın Ekonomideki Yeri", Sevk ve İdare Dergisi, Sayı : 57, s.31-32, 1976.

5. Mandel Maurice I., Advertising, 2. baskı, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1974.

6. Rossiter John R., "Does TV Advertising Affect Children", Journal of Advertising Research, vol.19, No.1, s.49-53, Şubat 1979.

7. Scott Ward., "Children's Reactions to Commercials", Journal of Advertising Research, vol.12, No.2, s.37-45, 1972.

8. Wright John S., Winter Willis L., Zeigler Sharilyn K.; Advertising, 5. baskı, McGraw Hill Company, 1983.

9. "Kadın 84", Pars/McCann Araştırma Bölümü, 1984-85.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

PARASAL SERMAYE KAVRAMI ve FİRMA TEORİSİ

Öğr.Grv.Dr.Erol KATIRCIOĞLU
Marmara Üniversitesi
İngilizce Ekonometri BölümÜ
Göztepe-İSTANBUL

ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

I-GİRİŞ

Herhangi bir firma belirli bir zamanda başlıca Üç çeşit konuda karar almak zorundadır.Birincisi,ne üreteceği ve nasıl üreteceği ile ilgili üretim kararı,ikincisi bu üretimi gerçekleştirebilmek ve devam ettirebilmek için gerekli sabit ve değişken varlıklara ne kadar parasal sermaye yatıracağı ile ilgili yatırım kararı,üçüncüsü söz konusu yatırımın nasıl finanse edileceği ile ilgili finansman kararı.Bu kararlar firmanın belirli bir dönemde alması gereken ve birbirleriyle karşılıklı bağımlı ilişkiler içinde olan temel kararlardır.Durum bu olmakla birlikte denebilirki Neoklasik Firma Teorisi bu üç karar alanını karşılıklı ilişkileri içinde başarılı bir şekilde birleştirebilmiş değildir (1).Bu teori içinde yatırım kararları,çoğu kez o da zımni olarak,yatırımların marjinal verimi ve faiz arasındaki ilişkilerle ele alınarak teoriye eklenmiş,finansman konusu ise bu teorinin paradigması içinde,girişimcinin belirli bir fiyattan dilediği kadar gerekli sermayeyi elde edebileceği şeklinde benimsenen bir inançtan doloyı hemen hemen hiç yer almamıştır.

1960 lı yıllarda çoğunluğu neoklasik teoriye bağlı iktisatçılar firmanın yatırım-üretim-finansman kararlarının mahiyetini bu teorinin varsayımları çerçevesinde araştırmaya başladılar.Bir gurup yazar daha çok firmanın üretim ve yatırım kararlarının karşılıklı bağımlı niteliği üzerinde dururken (Smith 1961 ;Jorgenson 1963 ;Jorgenson ve Siebert 1968),birboşka gurup da özellikle finansman kararları ile yatırım kararları üzerinde yoğunlaştılar (Gordon 1962 ;Gordon 1964 ;Lintner 1963;Robichek ve Myers 1965).Ne var ki birinci gurup,firmanın yatırım-üretim

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

kararlarının mahiyetini araştırırken finansman kararlarını, ikinci gurup ise yatırım-finansman kararlarının mahiyetini araştırırken firmanın Üretim kararlarını çalışmalarının dışında tutmuşlardı. Bu nedenle de söz konusu çalışmaların firma davranışlarını anlamada katkıları olmuşsa da bu konudaki eksikliği giderebilmiş değillerdi. Bu üç karar alanının birbirleriyle olan ilişkisini gözönünde tutup firma için optimalite koşullarını tek bir çerçevede ele alan ilk önemli yazılar Douglas Vickers (1970 ;s.35-46)ve Stephen Turnovsky (1971 :s.1061-1080)'ye aittir. Her iki yazar da neoklasik yaklaşımın yukarıda değindiğimiz eksikliğine işaret ederek, bu başarısızlığı, söz konusu teori içinde açık olarak kabul edilmiş bir "parasal sermaye" kavramının olmayışına bağlamışlardır.

Gerçekten de Neoklasik Teori "parasal sermaye doygunluğu" (money capital saturation)veya "firmanın en iyi üretim yöntemini seçebilmek için gerekli parasal sermayenin daim elde edilebileceği varsayımı üzerine kurulmuştur (Lange, 1936:177). Bu teori içinde parasal sermaye, firmanın herhangi bir girdiye olan gereksinimi düzeyine indirgenmiş ve üretim fonksiyonuna diğer girdilerden biri gibi dahil edilmiştir.

Oysa açıktır ki parasal sermaye bundan fazla bir şeydir. Her şeyden önce üretim denilen faaliyetin örgütlenmesinin temel önkoşulu, firmanın belirli bir parasal sermayeye sahip olmasıdır. Pearce'ın belirttiği gibi, "Eğer, ürün girdiler için ödeme yapılacağı anda aynı zamanda hem üretilip hem satılabilseydi ve satınalınan bütün girdiler satılacak ürüne hemen dönüşebilselerdi hiçbir şekilde parasal sermaye bir gereklilik olmayacaktı. Fakat bu koşulların hiçbiri protikte yerine gelmez "(Pearce, 1979:35). Yukarıdaki ifadeden de anlaşılabileceği gibi, firmanın parasal sermayeye olan gereksiniminin iki nedeni vardır. Birincisi, firmanın üretime başlamadan önce, üretim için gerekli sabit ve değişken varlıkları satınalmak zorunda oluşu, diğeri ise, çoğu zaman bazı faktörlere yapılacak ödemelerle, üretim sonunda elde edilecek hasılat arasına bir zaman farkının girmesi sonucu, firmanın başlangıçta bu maliyetleri karşılamak üzere belirli bir miktar parasal sermaye bulundurması gerekliliğidir (Turnovsky, 1971:1062).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İktisadi düşünce tarihi içinde bu fikirler, sermayeyi parasal bir değer olarak kabul eden Avusturya Okuluna bağlı iktisatçılara kadar gitmekte ise de, firma teorisi ile ilişkisini ilk kuran Oskar Lange olmuştur (Lange, 1936:159-192). Faiz teorisi üzerine yazdığı bu önemli makalesinde Lange, firmanın "parasal sermaye" gerekliliğini üretim teorisi içinde birleştiren bir teori öne sürmüştü. Bu yazısında Lange, eğer bir firma optimum üretim faktörlerini satınalmak için gerekli parasal sermayeyi tedarik edemezse, en iyi üretim yöntemini sağlayamıyacağını, dolayısiyle parasal sermayenin firmanın yöneticisi için üretim araçları üzerinde kontrol sağlayan bir rolü olduğunu belirtmişti (Lange, 1936:173). Lange'nin bu yazısından sonra, parasal sermayenin firma teorisi içindeki bu önemli yeri 1970 lere gelinceye kadar birçok yazar (Carlson 1965; 2. Baskı: Makover ve Baumol 1950; Scitovsky 1951; Gabor ve Pearce 1952; Baumol 1953-54 ; Gabor ve Pearce 1958 ; Baumol ve Quandt 1965; Baumol 1967) tarafından vurgunlanmışsa da, bu katkılar neoklasik firma teorisi taraftarlarınca genel kabul görmemiş ve deyim yerindeyse kenarda kalmışlardır. 1970 lerde yukarıda sözü edilen Vickers ve Turnovsky'ye ait yazılardan sonra, özellikle Vickers'ın çalışmaları (Vickers 1974; 1975; 1978), bu yaklaşıma ilgiyi arttırmış ve birçok araştırmacı bu yönde çalışmaya başlamıştır (Morris 1975); (Ekman 1982); (Van Loon 1982). Son üç çalışma dışarda tutulursa bu çalışmaların hemen hemen tümü statik bir niteliktedir.

Yukarıdaki çalışmaların tamamen dışında parasal sermaye kavramını içermesinin yanısıra firmanın dinamik davranışını da gözönüne alan önemli bir yazı ise John Burr Williams'a aittir (Williams 1967:241-255). "The Path to Equilibrium" adlı bu yazıda Williams, neoklasik firma teorisinin, cari varlıklar ve sabit varlıklar arasında ayırım yapmadığını; döner çalışma sermayesini dikkate almadığını ve cari ürünün nasıl geçmiş kar ve zararlar tarafından belirlendiğini gösteremediğini belirterek eleştirmiştir. Firmanın varlığını dinamik bir süreç olarak gören Williams, bu dinamiği şöyle açıklamaktadır: "Her firma ürününü finanse etmek için bir cari varlıklar fonu kullanır. Bir çok endüstride bu varlıkların değeri sabit varlıkları aşar. Bu cari varlıklar fonu nakit (cash) olarak başlar, sonra emek, materyal ve genel giderler (overhead) olarak harcanır. Daha sonra üretim sürecindeki işe (work in process) ve daha sonra da tamamlanmış mallara dönüşür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu mallar satıldığında alacaklar hesabı haline gelir ve alacaklar toplandığında da nakit haline dönüşür.Her bir dönem fonlarının devri,çalışma sermayesinde ya bir kazanç ya da bir zarar ortaya çıkarır."(Williams 1967:243).Williams'ın teorisi birçok eksikliklerine karşın yeni bir teori olarak görülebilir.Nitekim bu yazıdan etkilenen Richard H.Day arka arkaya yaptığı çalışmalarla bu teoriyi geliştirmiş (Day 1967 ;Day ve Tinney 1967 ;Day ve Benson 1969) ve oldukça ilginç bir model haline getirmiştir (Day,Morley ve Smith 1974).Bu modelde Day ve arkadaşları,"mükemmel bilgi"(perfect knowledge)ile karar alan firma anlayışına tepki olarak gelişen "Davranışçı Okul"un katkılarını da içeren bir firma ve endüstri modeli sundular.Modelde uzağı göremeyen (myopic)firmaların "parmak hesabı" (the rules of thumb)kullanarak nasıl üretim ve yatırım kararları aldıklarını ve bu tür firmaların oluşturduğu bir endüstride dengenin nasıl meydana geldiğini oldukça başarılı bir şekilde gösterdiler.Aşağıda sunacağımız model ise her iki gurup çalışmanın etkisiyle oluşturulmuş bir modeldir.Bu model yardımıyla uzağı göremeyen (myopic) bir monopolcünün zaman içinde nasıl geliştiğini incelemeye çalışacağız

II-MODEL

Firma herhangi bir t zamanında girdi olarak yalnızca emek (L) ve sermaye (K) kullanarak bir X tüketim malı üretmektedir.Firmanın üretim teknolojisi doğrusal bir nitelikte olup aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$X,t = \min\left[\frac{K,t}{a} , \frac{L,t}{b}\right]$$

a ve b sırasiyle sermaye-çıktı ve emek-çıktı katsayılarıdır.Varsayalım ki firma emek girdisi elde etmede hiçbir zorlukla karşılaşmamakta,yani çıktı-emek oranı bire eşittir.Bu durumda üretim fonksiyonu aşağıdaki şekli alır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$X,t = \min\left[\frac{K,t}{a}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Firmanın t zamanı fiziki sermaye stoku, t-1 döneminden devralınan sermaye stoku artı t dönemide yapılacak yeni yatırımlardan oluşur. Yani;

$$K,t = (1-d)\,K,t-1 + I,t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

(d amortisman oranıdır ve $d > 0$ dır .)

Firma t zamanında t-1 döneminden devraldığı sermaye stoku yanısıra bir de belirli büyüklükte bir parasal sermaye devralır.Bu parasal sermaye fonuna F dersek,firmanın t zamanında üretim için gerekli ücret ödemeleri ve yeni yatırım malları için yapılacak harcamalar,bu fona eşit ya da ondan küçük olmalıdır.Yani ;

$$wX,t + zI,t \geq F,t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

(w ücretleri, z de yatırım malları fiyatlarını göstermektedir.)
Firmanın t dönemi için umduğu fiyata P' dersek t dönemi umulan karı aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$\pi^{e},t = P',t\,X,t - wX,t - dzI,t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

veya;

Umulan kar = umulan hasılat-ücretler-amortisman

Firmanın amacı 4 nolu umulan kar denklemini 1 (ve 2) ve 3 nolu sınırlama denklemlerini kullanarak maksimize etmektir.Görüldüğü gibi bu bir doğrusal programlama problemidir ve aşağıdaki gibi çözülebilir (2).

Firmanın Lagranj denklemini yazalım;

$$\pi^{e},t = P',t\,X,t - wX,t - dzI,t - \lambda\left[wX,t + zI,t - F\right] - \mu\left[aX,t - (1-d)K,t-1+I,t\right]$$

ve;

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$\lambda(wX,\ t+zI,t-F,t) = 0$$
$$\mu((1-d)K,t-1+1,t-aX,t) = 0$$
$$\lambda \geq 0, \mu \geq 0$$

maksimum karı elde etmek için;

$$\frac{\partial \pi_t^e}{\partial X,t} = 0 \text{ yani, } P',t-w-\lambda w-\mu a = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

$$\frac{\partial \pi_t^e}{\partial I,t} = 0 \text{ yani, } \quad -dz-\lambda z-\mu = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

olmalıdır.

5 ve 6 nın simültane çözümlerinden;

$$\lambda = \frac{P',t-w-dza}{w+za} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

ve

$$\mu = \frac{z\left[P',\ t-w(1+d)\right]}{w+za} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

elde edilir. Eğer $\lambda \neq 0, \mu \neq 0$ ise, eşitsizlikler eşitlik olarak yazılabilir ve bu eşitliklerden de X ve I bilinmeyenleri elde edilebilir.

Burada 7 nolu ifade üzerinde biraz durmak gerekmektedir. Bu ifade dikkat edilirse firmanın umulan hasıla oranını (expected rate of return) vermektedir. (Bu ifade aynı zamanda Vickers'ın parasal sermoyenin marjinal üretkenliği"(marginal productivity of money capitol) dediği şeydir). 7 nolu ifadenin payını ve paydasını X ile çarpalım,

$$\lambda = \frac{\dot{P},t\ X,t\ -wX,t\ -dzaX,t}{wX,t\ +\ zaX,t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

9 nolu ifadeyi, 1 ve 3 nolu denklemleri gözönünde tutarak yapacağımız işlemlerden sonra aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$\lambda = \frac{\Pi^{e}_{t}}{z(1-d)K,t-1 + F,t} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

10 numaralı ifade görüldüğü gibi umulan karın, firmanın toplam sermayesine (önceden yatırılmış fiziki sermaye ve parasal sermaye olarak) oranını verir. Bu da firmaya o dönem yatırılacak bir liranın yüzde kaç oranında bir gelir getirebileceğini, yani bir başka ifade ile iç hasıla oranını gösterecektir. Bir kural olarak firmaya yatırılacak bir liranın iç hasıla oranı, bu bir lirayı yatıracak kişilere ödenmesi gereken hasıla oranından (required rate of return) büyük veya en azından ona eşit olmalıdır. Yani;

$\lambda \geq r$, (r, hissedarlara ödenmesi gereken hasıla oranıdır)

veya,

$$r \geq \frac{P' - w - dza}{w + za} \quad , \text{ ya da,}$$

$$P' \geq w(1+r) + za(d+r)$$

KURAL 1. YATIRIM VE ÜRETİM YAP !

Eğer ;

$P' \geq w(1+r) + za(d+r)$ ise yatırım ve üretim yap.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kural 1, firmanın üretim ve yatırım yapabilmesi için umulan fiyatın,sabit ve değişken birim maliyetlerin toplamından büyük veya en azından bu toplama eşit olması gerektiğini ifade etmektedir.Maliyetlere hissedarlara ödenmesi gereken hasıla oranının dahil edilmiş olması,firmanın aynı zamanda parasal sermaye kullanan bir üretim birimi olması gerçeğinden kuynaklanmaktadır.

KURAL II. YATIRIM YAPMA,YALNIZCA ÜRETİM YAP I.

Eğer ;

$$w(1+r)+za(d+r) < P' \geq w(1+r) \text{ ise,}$$

yalnızca üretim yapılmalıdır.Bu kuralın anlamı,umulan fiyatın değişken birim maliyetlerden büyük ve fakat toplam birim maliyetlerden küçük olduğudur.Açıktır ki bu durumda en uygun karar,yalnızca üretim yapmak olmalıdır.

KURAL III. ÜRETİM YAPMA,ENDÜSTRİDEN ÇIK I.

Eğer ;

$$P' < w(1+r) \text{ ise,}$$

endüstriden çıkmak en uygun yoldur.Çünkü,umulan fiyat değişken birim maliyetleri dahi karşılayamamaktadır.Bu durumda firmanın üretimden çekilip tüm sabitleri de dahil olmak üzere,sermayesini bankaya yatırması daha karlı olacaktır.

Kısaca ifade edecek olursak,firma herhangi bir t zamanı başında,umduğu fiyatın,toplam birim maliyetlerden büyük veya eşit olduğunu gördüğü zaman yatırım ve üretim kararı alacak ;toplam maliyetlerden küçük ve fakat değişken maliyetlerden büyük olduğunu gördüğü zaman yatırım yapmayıp yalnızca üretim kararı alacak;eğer umduğu fiyat değişken maliyetleri dahi karşılayamayacak bir seviyede görünüyorsa endüstriyi terkedecektir.Böylelikle, t zamanı başında verilen kararlar,tzamanı sonunda,firmanın ne büyüklükte bir ürün elde edeceğini belirleyecektir.Bu ürün piyasaya çıktığında ,piyasada firmanın malına olan talebin yapısına göre bir fiyatın oluşumuna yol açacak,ürün bu fiyattan satıldığında da firmanın beklentileri gerçekleşmiş olacaktır.Piyasada t zamanı sonunda oluşan fiyat,firmanın umduğu fiyata eşitse,umulan kar gerçekleşecek;büyükse beklenmedik karlar elde edilecek;küçükse zarar ortaya çıkacaktır.

Gerçekleşen fiyata P dersek, t yılı sonunda firmanın gerçekleşen karı,

$$\pi^{G}, t=P,tX,t-wX,t-dzK,t \quad \text{olur.} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(11)$$

Firma t zamanı sonunda hissedarlara, ödenmesi gereken hasıla oranı üzerinden bir ödeme yaptıktan sonra kar dağıtır. Hissedarlara ödenecek bu miktarı D ile gösterirsek,

$$D,t = r\left[F,t+z(1-d)K,t-1\right]+\beta\pi^{G},t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(12)$$

(β, kar dağıtım oranıdır.)

Kar dağıtımı normalüstü karlardan yapılır. Eğer firma t zamanı sonunda hiç kar elde etmemişse yukarıdaki ifadenin sağ ikinci terimi sıfır olur. Bu durumda hissedarlara yalnızca sermayelerinin faiz karşılıkları ödenmiş olur.
Firmanın t+1 zamanına devredeceği sermaye fonu,

$$F,t+1= P,t\ X,t - D,t\ , \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

Fiziki sermaye stoku ise,

$$K,t+1= (1-d)K,t \text{ dir.} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(14)$$

Şimdiye kadar bir ölçüde, firmanın kendisinin kontrol edebileceği faktörlerden sözettik ve onların birbirleriyle olan ilişkilerini formüle etmeye çalıştık. Oysa sözkonusu firmanın içinde bulunduğu endüstride kendisinin kontrol edebilmesi çok güç faktörler vardır. Bunların başında da firmanın ürettiği mal için talep gelir. Her ne kadar çağdaş firmalar geliştirdikleri birçok yöntemle talebi de etkilemeye çalışmakta iseler de, birçok belirsizliği içeren bu kavram, firmaların kontrol etmesi çok güç dış dünyasını oluşturur. Bu dış dünyayı, aşağıdaki talep denklemi ile ifade edebiliriz.

$$P,t = m+nX,t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(15)$$

(m ve n talep katsayılarıdır.)

Yukarıdaki denklem, firmanın bilmediği, ancak, geçmiş deneyleriyle tahmin edebildiği talep koşullarını ifade etmektedir. Mümkün ve en basit tahmin yöntemi,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$P'_{,t} = P_{,t-1}$ olarak yazılabilir. .....(16)

Yani, firmanın yöneticisinin umduğu fiyat, bir önceki dönemin gerçekleşmiş fiyatıdır.

Bu koşullar altında 1,2,3,11,12,13,14, ve 15 numaralı denklemlerle Kural I, II, III kapalı bir sistem oluştururlar. Bu sistemin başlangıç değerlerini verdiğimizde, sistem zaman içinde evrilir.

Yukarıdaki model kolaylıkla bir kompütür programı haline getirilip simüle edilebilir. Biz aşağıda bir başka yöntem sunmaya çalışacağız.

Firmanın üretiminin t dönemi büyüme hızına g_t diyelim. Büyüme hızı,

$$g_t = \frac{X_{,t} - X_{,t-1}}{X_{,t-1}} \qquad \text{.....(17)}$$

Yatırımlar ;

$$I_{,t} = (g_t + d) K_{,t-1} ,$$

veya

$$I_{,t} = \frac{(g_t + d) \alpha X_{,t}}{1 + g_t} \qquad \text{.....(18)}$$

olarak yazılabilir. t dönemi başında firmanın elinde bulunan parasal sermaye (t-1 döneminin hasılatından bu dönemin sermaye parasal ve fiziki-ödemeleri çıktıktan sonra kalan kısım, (5)

t dönemindeki harcamalara eşit olmalıdır. Yani;

$$wX_{,t} + zI_{,t} = P_{,t-1} X_{,t-1} - r \left[F_{,t-1} + (1-d)\, zK_{,t-2} \right] \text{.....(19)}$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

19'u I,t yerine 18'deki karşılığını, sağ ikinci terimini ise 2 ve 3'ü dikkate alarak düzenleyip aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$wX,t+z\ \frac{(g+d)aX,t}{1+g_t} = X,t-1\left[P,\ t-1-r\ (w+za)\right]$$

Gerekli işlem ve düzeltmeleri yaptıktan sonra,

$$g_t = \frac{P,t-1-w\ (1+r)-za\ (d+r)}{w+za} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(20)$$

20 no.lu denklemin sağındaki ifade, hemen farkedileceği gibi firmanın t-1 dönemi kar oranını göstermektedir. Yani;

$$g_t = \pi\ t-1 \text{ dir.} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(21)$$

Bu eşitlik açık olarak firmanın t dönemi büyüme hızının bir önceki dönemin kar oranına bağlı olduğunu ifade etmektedir. Buradan daha genel bir sonuç olarak, diyebiliriz ki, firmanın kar oranı ne kadar yüksekse, firma o ölçüde hızla büyüyebilecek veya aynı anlama gelmek üzere, firma ne kadar hızla büyürse,o denli yüksek karlar elde edebilecektir.

Şimdi 17 no.lu denklemi yeniden düzenleyelim,

$$X,t-(1+g_t)X,t-1$$

Yukarıdaki denklemde g nin yerine 20 no.lu denklemdeki eşitini yazarsak, firmanın dinamik sürecini,

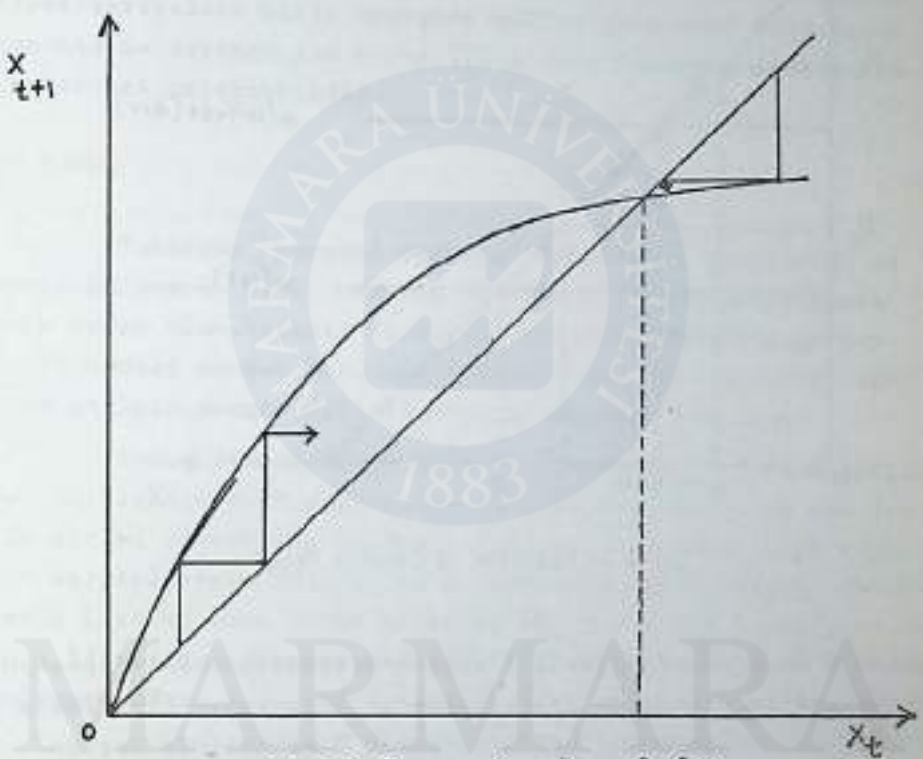
$$X,t=\left[1+\ \frac{P,t-1-w(1+r)-za(d+r)}{w+za}\right]X,t-1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(22)$$

şeklinde ifade edebiliriz. 22 no.lu denklemi, Pt-1 yerine 15 no.lu denklemden karşılığını koyup yeniden yazarsak, aşağıdaki fark denklemini elde ederiz.

$$X,t=\left[1+\frac{m-nX,t-1\ -\ w(1+r)-za(d+r)}{w+za}\right]X,t-1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(23)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu fark denklemi birinci derece doğrusal olmayan bir fark denklemidir ve herhangi bir başlangıç değeri verildiğinde firmanın zaman yolu (time path) bu denklemle belirlenebilir.Aşağıda 23 nolu denklemi kullanarak elde ettiğimiz sonuçları grafikle gösterdik (6).

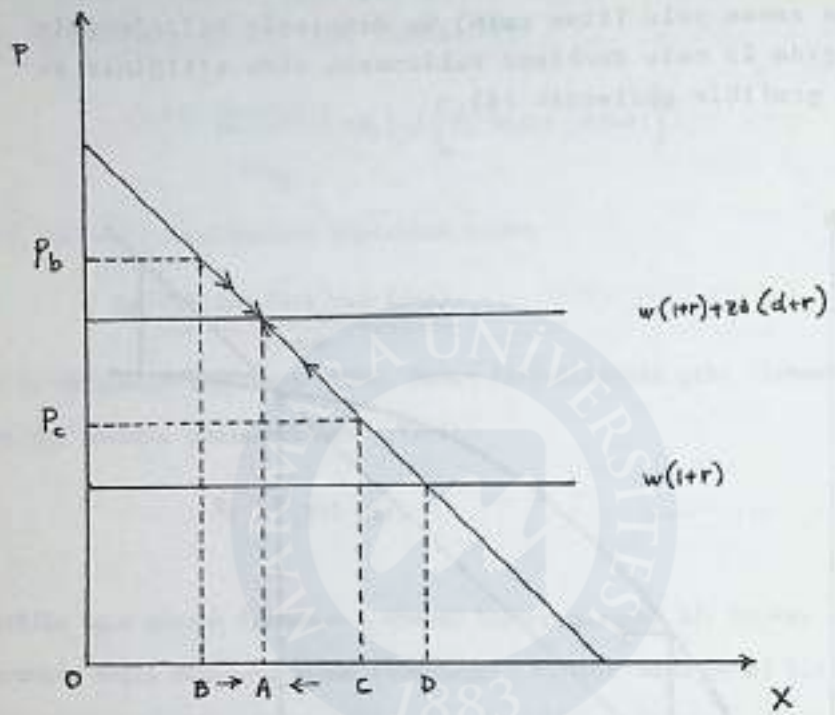


Şekil 1: Firmanın Uzun-Dönem Grafiği

Şekil 1'den görülebileceği gibi A noktasının altında herhangi bir başlangıç noktası verdiğimizde,firmanın üretimi zamanla A noktasına doğru büyümekte ve A'da durgun duruma ulaşmaktadır. A noktasının sağındaki herhangi bir başlangıç değerinde ise, firma üretimini kısmakta,A'ya yönelmekte ve bir zaman geçtikten sonra da A da karar kılmaktadır.Yani model,iki taraflı (bölgesel) kararlığa sahiptir. (7).

Firmanın A denge noktasına (aşağıdan ve yukarıdan) yönelmesinin ekonomik nedenini,aşağıdaki şekilden anlamak mümkündür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 2: Fiyatlar ve Dinamik Denge

Şekil 2'de A noktası, Şekil 1'deki A noktasıdır, yani firmanın denge üretim miktarını göstermektedir. Varsayalım ki firma, A noktasının solunda bir noktada, meselâ B noktasında üretim yapmaktadır. B noktasında, fiyat toplam birim maliyetlerden büyüktür. Yan $P_b > w(1+r)+za(d+r)$. Bu durumda Kural I'e göre firma yatırım yapmalıdır. Yapılan yatırımlarla kapasite büyüyecek ve üretim seviyesi A'ya doğru artacaktır. Aynı şekilde A noktasının sağında bir noktada, meselâ C'de, firma uzun süre kalamayacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çünkü bu noktada $w(1+r)+za(d+r)>P_c>w(1+r)$dir.Kural II ye göre firmanın yatırım yapmayıp yalnızca üretim yapması gerekmektedir.Zamanla,kapital stoku eskime ve aşınma dolayısıyla yıprandıkça kapasite azalacak ve sonuçta üretim seviyesi A noktasının gösterdiği büyüklüğe düşecektir.D noktası ise firmanın kapanma noktası (shut down point)dır. Bu noktanın sağındaki bölgede üretim imkansızdır.Çünkü,bu bölgedeki fiyat seviyeleri birim değişken maliyetleri dahi karşılayamamakta bu durumda ise Kural III'e göre firmanın endüstriyi terketmesi gerekmektedir.

3- SONUÇ

Yukarıda "parasal sermaye" kavramının içerildiği ve uzağı göremeyen ve bu nedenle de parmak hesabı kurallarına göre karar alan,Vickers ve Day'in adına bağlanabilecek bir firma modeli sunduk.Daha sonra,modeli bir fark denklemi haline getirip,denge özelliklerini göstermeye çalıştık.

Sonuç olarak diyebiliriz ki, neoklasik firma modelinden farklı olarak firmanın "parasal sermaye"kullanan bir üretim birimi olarak ele alınması,firmanın üç temel karar alanının birbirleriyle ilişkisini aydınlattığı gibi,parasal sermayenin kısa ve uzun dönem arasında gördüğü köprü işlevinden dolayı firmaların dinamik süreçlerinin anlaşılmasına da katkıda bulunmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

NOTLAR

1-Neoklasik firma teorisi gerçekte bir firma teorisi bile değildir.Bu teori (veya teoriler),analiz tekniğinin bir parçası olarak "temsili firma"ya kullanan bir endüstri teorisidir (M.Sawyer 1979:85).Bir endüstri teorisi olarak da özellikle kaynak dağılımı sorunları üzerinde yoğunlaştığından yalnızca firmanın fiyat ve üretim kararlarını ele alır.

2-Bu yöntem için bkz.(Burghes ve Wood 1980:199-200).

3-Firma borçlanma yolu ile de ek fonlar bulabilir.Ne var ki bankaların kredi ve borç taleplerine belirli sınırlamalar getirdiği gözönüne alınırsa bu borç imkanları da sınırsız değildir.

4-Bu talep denklemi statik talep koşullarını göstermektedir.Oysa dinamik bir modelde talep denklemi de dinamik olmalıdır.Burada ki amacımız doğrultusunda biz,yukarıdaki denklemi tercih ettik.

5-12 numaralı denklemde $\beta = 0$ kabul ediyoruz.Yani firma hiç kar dağıtmamaktadır.

6-Bu grafikleri elde ederken modelin başlangıç değerlerini aşağıdaki gibi aldık.

F,t-1=75;(1-d)K,t-1= 3; w= 10; z=20; a= 2; d= 0.1; r=0.1 β=0; m=35; n=-0.5. Bu değerlerin gösterdiği birinci yıl için ürün miktarı 4.7'dir.Yani X,t-1=4.7.Burada ayrıca şunu belirtmekte yarar vardır ki n=0.5 olması,firmanın karşılaştığı talebin aşağıya doğru eğimli olması yani firmanın monopolcü bir firma olması demektir.

7-İki taraflı (bölgesel)kararlılığın koşulu,fonksiyonun dengedeki eğiminin birden küçük ve eksi birden büyük olmasıdır.Bunu araştırmak için 23'ü aşağıdaki gibi bir fonksiyon haline getirelim.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$X,t=\alpha X,t-1+\mu X^2_{,t-1}$$

$$\alpha = \frac{za(1-d-r)-rw+m}{w+za}$$

$$\mu = \frac{n}{w+za}$$

Eğer $e=\alpha+2\mu\overline{X}$, $\overline{X}$ denge noktasında fonksiyonun eğimi ise, iki taraflı kararlılık koşulu $-1<e<1$ olmalıdır. Örneğimizde e=0.68 dir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

YARARLANILAN KAYNAKLAR

BAUMOL, William J.(1953-54)"Firms with Limited Money Capital", Kyklos, 6,119-31.

BAUMOL, William J.ve R.E.Quandt(1965) "Investment and Discount Rate Under Capital Rationing:A Programming Approach", Economic Journal,75,(298) 317-29.

BAUMOL, William J.(1967)Business Behaviour,Value and Growth(Gözden geçirilmiş ikinci baskı),New York:Harcourt,Brace and World Inc..

BURGES, D,N ve A.D.Wood(1980),Mathematical Models in the Social, Management and Life Sciences, West Sussex:Ellis Harwood Ltd.

CARLSON,Sune(1965) A Study on the Pure Theory of Production,(Ikinci Baskı),New York: Augustus M.Kelley.

DAY, Richard H.(1967)"A Microeconomic Model of Business Growth, Decay and Cycles",Unternehmensforschung, 11,1-20.

DAY, Richard H.ve E.H.Tinney (1967)"Cycles,Phases and Growth in a Generalized Cobweb Theory",Economic Journal, 79,90-108.

DAY, Richard H.ve R.Benson(1969)" A Short Sighted Growth Model for the Firm and Industry",Wisconsin University SSRI Workshop Papers, No:6909.

DAY, Richad J.,S.Morley ve K.R.Smith(1974)"Mycpic Optimizing and Rules of Thumb in a Micro-Model of Industrial Growth", American Economic Review,64(1),11-23.

EKMAN, Elon V.(1982)"A Dynamic Financial Model of a Managerial Firm", Optimal Control Theory and Economic Analysis,79-105.

GABOR, Andre ve I.F.Pearce(1952)" A New Approach to the Theory of the Firm",Oxford Economic Papers,4,(3) 252-65.

GABOR, Andre ve I.F.Pearce(1958)"The Place of Money Capital in the Theory of Production",Quarterly Journal of Economics,72,(4) 537-57.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GORDON, M.J.(1962) The Investment,Financing and Valuation of the Corporation, Homewood:Illinois.

GORDON, M.J.(1964)"Security and Investment:Theory and Evidance", Journal of Finance, 15,(4) 607-18.

JORGENSON, Dale W.(1963)"Capital Theory and Investment Behaviour", American Economic Review, 53,257-60

JORGENSON, Dale W. ve C.D.Siebert (1968) "Optimal Capital Accumulation and Corporate Investment Behaviour", Journal of Political Economy, 76,(6)1123-1151.

LANGE, Oskar (1936) "The Place of Interest in the Theory of Production",Review of Economic Studies,3, 159-192.

LINTNER, J.(1963) "The Cost of Capital and Optimal Financing of Corporate Growth",Journal of Finance, 18,(2) 292-310.

MAKOWER, H. ve W.J. Baumol(1950) "The Analogy Between Producer and Consumer Equilibrium Analysis",Economica (N.S.),17,(65) 69-83.

MORRIS, J.R.(1975) "An Application of the Decomposition Principle to Financial Decision Models",Journal of Financial and Quantitative Analysis, 37-65.

PEARCE, Igor F. (1979) " A Theory of Money Capital,General Equilibrium and Income Distribution",The Measurement of Capital: Theory and Practice içinde , ed.K.D.Patterson ve K.Schott, London:Macmillan.25-64.

ROBICHEK, A.A. ve S.C.Myers (1965) Optimal Financing Decisions, Prentice-Hall:Englewood Cliffs.

SAWYER. Malcolm C.(1979) Theories of the Firms, New York:St.Martin's Press.

SCITOVSKY, Tibor (1951) Welfare and Competition, Chicago:Richard D. Irwin Inc..

SMITH, W.L.(1961) Investment and Production.A Study in the Theory of Capital-using Enterprise, Cambridge,Mass.Harvard Univ. Press..

TURNOVSKY, Stephen J.(1971)"Financial Structure and the Theory of Production" Journal of Finance, 25, (5) 1061-80.

VAN LOON, Paul (1982)"A Dynamic Theory of the Firm",Optimal Control Theory and Economic Analysis, 107-123.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

VICKERS, Douglas (1970) " Cost of Capital and the Structure of the Firm", Journal of Finance, 25,(1) 35-46.

VICKERS, Douglas (1974) "Disequilibrium Structure and Financing Decisions in the Firm", Journal of Finance and Accounting, 1,(3) 375-87.

VICKERS, Douglas (1975) " Finance, And False Trading in Non Tatonnement Markets", Australian Economic Papers, 14,(25) 171-186.

VICKERS, Douglas (1978) "Realism and Relevance in the Cost of Money Capital", Oxford Economic Papers, 30,(1) 102-16

WILLIAMS, John B.(1967) "The Path to Equilibrium", Quarterly Journal of Economics, 31, 241-255.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

X. İNŞAAT SANAYİİNDE YATIRIM PLANLAMASI

X. I. *İnşaat Sanayiinde Çevre Analizi ve Yönetim Bulguları* X-1
Doç. Dr. HALUK ERKUT, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Meçka, İstanbul.

X. II. *İnşaat Sanayiinde Yönetim Bilimlerinin Gelişmesi: 1930'dan 1987'ye* X-14
Doç. Dr. HALUK ERKUT, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Meçka, İstanbul.

X. III. *Kısıtlı Kaynak Kullanımı Halinde İnşaat Yatırımlarının Planlanması* X-28
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi,
Eskişehir.

X. IV. *Yatırımlarda Süre-Maliyet Optimizasyonu* ..... X-35.
İLKER ÖZDEMİR, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi,
Eskişehir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883
MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

İNŞAAT SANAYİİNDE ÇEVRE ANALİZİ VE YÖNETİM BULGULARI

Doç.Dr. Haluk ERKUT
İTÜ İşletme Fak.
Endüstri Mühendisliği Böl.
Maçka/İSTANBUL

Her sanayi kendisine kaynak sağlayan ve sınırlarını belirleyen çevresi ile birlikte yaşamaktadır. Eğer bir sanayi dalının veya onu oluşturan işletmelerin refah içinde yaşaması isteniyor ise, devamlı değişmekte olan ve belirsizlikler içeren çevresince uyum sağlaması gerekir. Çevreye yeterince uymamak, işletmenin başarısızlığının ana kaynağıdır. Bu çalışmanın amacı, bu temel gerçekten hareket ederek, inşaat sanayiinin içinde yer aldığı stratejik çevreyi incelemek ve bu araştırmaya dayanarak bu sektördeki yönetim özelliklerini belirlemektir.

Bu amaçla öncelikle inşaat sanayiinde çevre analizinin önemi vurgulanmış ve bu analizin stratejik yönetim açısından önemi belirtilmiştir. Daha sonra, inşaat sanayiinin çevresi, özellikleri ve etkileri açısından beş grup altında sınıflandırılarak tanıtılmıştır : Ekonomik çevre, teknolojik çevre, sosyal çevre, politik çevre, yasal çevre. Bir sonraki adım, bu beş çevrenin ayrı ayrı inşaat sektörü üzerindeki etkilerinin incelenmesine ve bu etkilerin inşaat sanayiinin nitelikleri karşısında değerlendirilmesine ayrılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise, bu değerlendirmeler ışığında, inşaat sanayiini, diğer sektörlerden ayıran, yönetim özellikleri ve yaklaşımları sergilemiştir.

İŞLETME ÇEVRESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

"...Bir örgüt...kendisine kaynak sağlayan ve sınırlarını belirleyen çevresi ile birlikte yaşar. Eğer örgütün refah içinde yaşaması isteniyor ise, devamlı değişmekte olan çevresine uyması gerekir. Çevreye yeterince uymamak, örgütün başarısızlığının en önemli nedenlerinden biridir..."(7)

İşletmenin çevresi çok boyutludur. Ancak bu boyutların gruplanarak sınıflandırılması üzerinde genel bir görüş birliği olduğu söylenebilir. Buna göre işletme beş ayrı çevrenin etkisi altındadır.

* Ekonomik Çevre
* Teknolojik Çevre
* Sosyal Çevre
* Politik Çevre
* Yasal Çevre

Aşağıda, İnşaat Sanayi için bu beş çevre ayrı ayrı incelenecek ve yönetim bilimleri açısından yorumlanacaktır.

EKONOMİK ÇEVRE

İnşaat sanayiinin ekonomi içindeki yerinin incelenmesi çoğu kez inşaat ile GSMH arasındaki ilişkinin aranmasında yoğunlaşmıştır. Nitekim istatistiksel analizler kişi başına düşen katma değer ile GSMH arasında kuvvetli bir bağ bulunduğunu göstermiştir. Buna göre, inşaatın katma değer artışı GSMH dan biraz daha hızlı olmakta ve genelde bu oran gelişmekte olan ülkelerde % 3-5 arasında, sanayileşmiş ülkelerde ise % 5-9 arasında değişmektedir. 1980'li yıllarda da bu oranların geçerliliklerini sürdürdükleri anlaşılmaktadır. Toplam Gayri Safi İnşaat Değerinin GSMH ya oranı gelişmekte olan ülkelerde % 7-10 gelişmiş ülkelerin yarısından fazlasında ise % 10-16 dır. Ayrıca, inşaat sanayiinin, birçok ülkenin Toplam Sabit Sermaye oluşumunda % 45- % 60 arasında bir yer tuttuğu da anlaşılmıştır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İSTİHDAM

İnşaat sanayi ile ekonomi arasındaki etkileşimin anlamlı bir göstergesi de "İstihdam"da gizlidir. DPT nın araştırmasına göre inşaat sanayi gelişmekte olan ülkelerde toplam işgücünün % 2-6 sını, gelişmiş ülkelerde ise % 6-10 unu kullanmaktadır. 1980 li yılların verilerine göre ise, sanayileşmiş ülkelerde, inşaat sanayiinde istihdam edilen işgücü sayısının, tüm imalat sanayiinde istihdam edilen işgücü sayısına oranı 1/4-1/5 dir(13). İnşaat sanayiinde istihdamın geçici olması, yüksek işsizlik oranı ile belirmektedir. İnşaat sanayiindeki işsizlik genel ekonomideki işsizliğe oranla 2-3 kez daha fazladır.

GÖSTERGELER NE DİYOR?

Dünya ölçeğinde ve uluslararasında karşılaştırmalı olarak inşaat sanayiinin durumu incelenecek olursa önümüze şöyle bir tablo çıkmaktadır : 1965 yılında inşaat yatırımları yaklaşık 230 milyar dolardır. Bu miktarın % 88'i, dünya GSH'daki payı % 83 olan, iki üst gelir grubundaki ülkelerde yapılmaktadır. ABD'nin GSMH sermaye oluşumunun % 40'ına, Batı Avrupanın % 25'ine Doğu Avrupanın % 20'sine ve Japonya hariç tüm Asyanın yalnızca % 5'inden biraz fazlasına sahip olduğu görülmektedir.

Tüm bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi İnşaat Sanayi, ekonomik çevreden büyük ölçüde etkilenmektedir. Hatta biraz daha ileri giderek inşaat sanayiinin, "ekonominin aynası" olduğunu söylemek bile mümkün gözükmektedir.

İnşaat sanayiinin ekonomik çevre içindeki durumu ve özellikleri ülkemiz içinde geçerlidir. Şimdi, kısa olarak ve genel çizgileriyle Ülkemizdeki duruma bakalım. "...Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından hazırlanan milli gelir hesaplarına göre sabit fiyatlarla inşaat sektörü katma değerinin GSMH içindeki payı 1971-1978 yılları arasında % 5,8 civarında sabit kalırken 1978'den sonra artış göstermiş, bu pay 1980 yılında en yüksek değerine ulaşarak % 6,4

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

olmuştur. Ancak 1980 yılından sonra inşaat sektörünün GSMH içindeki payı % 5,9 a kadar düşmüştür (9). "... Ayrıca bu sektöre girdi veren sektörlerde düşünüldüğünde inşaat sektörünün ülke ekonomisine katkısı da dolaylı olarak % 40 a kadar yükseldiği saptanmaktadır"(1).

"... İnşaat harcamalarının tüm yatırımlar içindeki payının genelde % 50 nin üzerinde olduğu belirtilmektedir" (2).

İnşaat Sanayiinin Ekonomik Çevre içindeki bu özel durumunun, İnşaat sanayiinin yönetimi açısından da bazı sonuçlar doğurması doğaldır :

Bu sonuçların en önemlisi, inşaat sanayiindeki yönetim anlayışının, "Dinamik" bir anlayış olması zorunluluğudur. İnşaat faaliyetlerinin ekonomik çevredeki oluşumlara karşı duyarlı olması ve bu çevre ile yoğun bir ilişki içinde bulunması, "Ekonomi-İnşaat" ilişkisine bir bütün olarak bakan ve bu ilişkinin davranışının her durumunu izleyebilen ve yorumlayabilen bir yönetim sistemini gerekli kılmaktadır.

Bu anlama geleceğin kesin ve sabit bir öngörüsünü yapan ve optimum değerler arayan yaklaşımlar yerine, sorunların davranışını inceleyen ve davranışların yarattığı durumları yorumlayarak seçenek politikalar üreten yönetim yaklaşımlarının daha geçerli olacağı açıktır.

Böyle bir yönetim anlayışı, hiç kuşkusuz, yapısına uygun yönetim tekniklerini de oluşturmak zorundadır. Geleneksel yönetim anlayışının "Hazır Reçete"leri, "Şablon Formül"leri ve "Standart Kalıp"larının, ekonomik çevrenin sert ve yoğun dalgalarına yön vermede başarılı olamayacakları açıktır. Nitekim 1975 li yıllardan başlayarak, simülasyon ve yönetim oyunları gibi "Dinamik Yönetim Teknikleri"nin, inşaat mühendisliği dergilerinde giderek daha çok yer aldıkları gözlenmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

"Bilgisayarlarla yürütülen denemeler"i (5) içeren "simülasyondan ayrı olarak, 1956 larda imalat sanayiindeki sorunların dinamik davranışını incelemek için, geliştirilen ve kısa sürede yaygınlaşan "Sistem Dinamiği" yaklaşımları, inşaat sanayiinde stratejik düzeydeki ekonomik ilişkilerin yönetimi için önemli bir yol gösterici olabilirler. "Sistem Dinamiği" yaklaşımlarının, inşaat sanayiinin stratejik düzeydeki sorunlarının uyarıları yönünde biçimlendirilerek, inşaat sanayiinde stratejik yönetimin özgün bir tekniği haline getirilmesi şansı yüksek görünmektedir. 1977'lerde böyle bir çabanın izleri görülmüş ancak devamı gelmemiştir (14).

TEKNOLOJİK ÇEVRE

İnşaat sanayiinde teknolojinin etkileri yavaş bir biçimde duyulmaktadır. Teknolojik çevredeki çok hızlı değişimlere inşaat sanayi "tutucu" bir tavırla yanıt vermektedir.

Günümüzde teknolojideki hızlı ilerlemeler ve bu ilerlemelerin inşaat sanayiine getirdiği, uzay istasyonları yapımı, denizden petrol çıkarma platformlarının kurulması ve nükleer santralların inşaatı gibi yeni teknolojilere rağmen, inşaat sanayiinin teknolojik çevreye karşı olan çekingenliğinin sürdüğünü söyleyebiliriz. Başka bir deyişle teknolojik çevredeki değişimlerin inşaat sanayi üzerindeki etkisi yani, inşaat sanayiindeki ürünleri ve üretim sürecini değiştirme gücü belli bir zamana ihtiyaç göstermektedir. Teknolojik yeniliklerin inşaat sanayii ne giretilmesi belli bir süre farkıyla gerçekleşebilmektedir.

Teknoloji değişimindeki bu ağırlığın çok sayıda değişik nedenleri vardır. İnşaat sanayi ürünlerinin ülke gereksinimlerine büyük ölçüde bağımlı olması, gelişmiş teknolojilerin uygulanmasının önemli yatırım maliyeti gerektirmesi ve varlıkları az olan inşaat şirketlerinin bu yatırımın finansmanını karşılayacak yapıda olmamaları, yeni teknolojilerin yeni maliyetler yaratması buna karşılık

etkinlikle kullanılamamalar, önemli bir sorun olan işsizliğe karşı inşaat sanayiinin istihdam yaratıcı etkisinin "...yüzde beş ile yüzde elli... (11) oranında azaltılması, enerji tasarrufu kaygıları teknolojinin hızlı gelişimini karşısında geride kalan standartların engelleyici rolü, yeniliğin taşıdığı yükü kabul edebilecek düzeyde bir finansal yapının eksikliği...inşaat sanayiinin teknolojik çevre ile olan değişimini yavaşlatan başlıca nedenler olarak görülmektedirler. Tüm bu etkenlere, "...bir işletmenin yeni bir tekniği kullanmadan önce geçirdiği bekleme süresinin bu işletmenin cesametiyle ve...yenilik için yapacağı yatırımla ters orantılı olduğunu" (8) sergileyen genel araştırma bulgularını da ekleyebiliriz.

SOSYAL ÇEVRE

İnşaat sanayiinin sosyal çevresine "kaçınılmaz" bağlar ile bağlı olduğu, üzerinde önemle durulması gereken bir gerçektir. Bu bağ, imalat sanayiinin televizyon, takım tezgahı veya bardak üreten işletmelerinin sosyal çevre ile olan ilişkilerinin çok ötesindedir. Bu bağ kaçınılmaz ve vazgeçilmez bir bağdır.

İnşaat sanayi birey ve toplum yaşamı ile içiçe girmiş bir sanayi dalıdır. Bir bina, bir köprü veya bir yol toplumun "vazgeçilmez" gereksinimlerine yanıt veren ve toplum tarafından sürekli olarak kullanılan ürünlerdir. Bu ürünlerin yaygınlığı çeşitliliği ve dayanıklılığı inşaat sanayiini "kaçınılmaz" olarak, her an, sosyal çevrenin gözlemleri ile karşı karşıya bırakmaktadır.

ÇÖKEN KÖPRÜLER

Sosyal çevre ile olan bu yoğun ve sürekli etkileşimin, en önemli sonucu, "Sosyal Sorumluluk" kavramının, anlamını aşan boyutlarla, inşaat sanayiine girmiş olmasıdır. Sosyal sorumluluk deyince en genel anlamıyla bazı kişi veya grupların, diğer bazı kişi veya gruplarla olan ilişkilerinden

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

doğan ve çoğu zaman karşılıklı olan yükümlülüklerini anlarız. İnşaat sanayiindeki sosyal sorumluluk kavramını, yalnızca bu sanayinin ürünlerini kullanan toplum bireyleri ile sınırlı olarak düşündüğümüz durumda bile, bu sorumluluğun çok yüksek olduğunu gösterecek sayısız örnek vardır. İnşaat mühendisliğinin tarihi biraz da, yıkılan köprüler, çöken binalar, dağılan barajlar çok daha önemlisi, yaşamlarını yitiren onbinlerce insanın tarihi değil midir?

Hükümet bilirkişilerinin ve bilim adamlarının, uzun ve yorucu çalışmaları sonucunda hazırlanan ayrıntılı raporlar göstermiştir ki, 29 Ağustos 1907 de çöken Quebec köprüsü, 1962 nin 10 Haziranında çöken Kings Street köprüsü ve nihayet 15 Ekim 1970 de çöken West Gate köprüsü doğrudan doğruya yönetim ve organizasyon hatalarının kurbanı olmuşlardır. Nitekim bu alanda yapılan birçok araştırmalar da inşaatlardaki başarısız sonuçların büyük ölçüde bilgi eksikliği, organizasyonel haberleşme zayıflığı ile, denetim ve gözetimindeki boşluktan doğduğunu vurgulamışlardır.

İnşaat sanayiine özgü olan bu "yüksek ve yaygın sosyal sorumluluk kavramının inşaat sanayiindeki yönetim anlayışı üzerinde de etkili olacağı beklenmelidir. Herşeyden önce "ürünün güvenliği ve güvenilirliği" kavramının yönetimin ana yol göstericilerinden biri olacağını söylemek yanılgı olmayacaktır. Bu, hiç kuşkusuz, en üstten en alt noktadaki işçiye kadar tüm yönetim düzeylerini etkileyecek, önemli bir gelişimdir. Ayrıca inşaat sanayiinin "Tek'lik" niteliğine bağlı olarak, her ürünün yeni olma özelliğini taşıyacağını düşünecek olursak, ürünün güvenilirliği" anlayışının standardize edilemeyen, sürekli beslenip canlı tutulması gereken bir anlayış olduğunu anlarız.

Sosyal sorumluluk kavramının iki diğer yönetsel sonucu da, kullanıcıların, fiziksel çevre ile buluştuğu noktada ortaya çıkmaktadır.

Bunlardan birincisi, sosyal çevre ile içiçe yürütülen üretim

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

süreci nedeniyle "Halkla İlişkiler" fonksiyonunun kazandığı anlamdır.

İkincisi ise, değiştirilen fiziksel çevrenin belli bir doğal uyum ve estetik içinde dönüştürülmesi zorunluluğudur. Bu ise "Fiziksel Çevrenin Yönetimi" kavramını gündeme getirmektedir. Bu fonksiyon, inşaat sanayine özgü bir organizasyonel konul olarak 1970 li yılların ikinci yarısından itibaren belirginleşmeye başlamıştır. Bu konuma yerleşecek olan görevli ise "Çevre Müfettişi (Denetleyici)" olarak adlandırılmaktadır (6).

POLİTİK ÇEVRE

İşletmeler açısından, somutlaştırırsak politik çevre, sosyal çevrenin bir özel durumu anlamını taşımaktadır. Bu çevre bir yandan hükümetin politik tercihleriyle öte yandan da çalışanların ve çalıştıranların politik istemleriyle oluşmaktadır. İşletmenin üst yönetimini, işletmenin tüzel kişiliği ile özdeşleştirecek olursak, işletmenin hükümet ile ve işçi kuruluşları ile olan ilişkileri, politik çevre ile olan etkileşiminin esasını oluşturacaklardır.

Hükümetlerin inşaat işlemleri üzerindeki etkisi üç noktada görülür : Yapı alıcısı, yani müşteri kredi verici yani banker ve düzenleyici yani mevzuat düzenleyen yasa koyucu (12). 1950 li yıllarda yayınlanan bir kaynakta ise hükümetin inşaat şirketleri üzerindeki müdahalesi sekiz başlık altında incelenmiş ve genel mali ve parasal politikaların bu müdahalenin esasını oluşturduğu vurgulanmıştır.

EKONOMİK AYARLAYICI

Hükümet-inşaat ilişkilerinin en can alıcı özelliğini ortaya koyabilmek için 1962 yılına kadar beklemek gerekmiştir. Bu tarihte Sir Harold Emerson tarafından yayınlanan bir rapor inşaat sanayiinin politik çevre ile olan ilişkilerinin

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

belirleyici niteliğini gün ışığına çıkarmıştır (30). Bu niteliği şöyle açıklayabiliriz : İnşaat sanayiinin diğer sanayi dalları ve sektörlerel organik bir ilişki içinde bulunması ve bunun sonucunda sanayinin lokomotifi niteliğini taşıması nedeniyle, hükümetler, bu sanayi dalını, ekonomiyi düzenlemek ve işsizlik ve enflasyon gibi sorunları çözmek için, uygun bir araç olarak kullanma eğilimini taşımaktadırlar. Yani kısa bir deyişle, inşaat sanayi hükümetler için, politik tercihlerini ekonomiye yansıtmalarına yarayan bir "Ekonomik Ayarlayıcı"dır.

Bu düşünce biçiminin sonucunda ortaya çıkan "Pazarın Düzensizliği", "Tahminlerin Sınırlılığı" ve "Değişimin Belirsizliği" kavramları inşaat sanayiindeki yönetim anlayışının temel oluşumunu etkileyebilecek önemde kavramlardır. Bu saptamalar yalnızca "Pazarlama Yönetimini", "Tahmin yöntemlerini" etkilemekle kalmayacak "Sürekli Değişim"i ve "Değişimin Tesadüfiliği"ni esas alan yeni bir yönetim sisteminin kurulmasını zorlayacaktır.

YASAL ÇEVRE

Yasal çevre işletmenin davranışlarını sınırlandıran gereksinim ve kısıtların yazılı kurallarının oluşturduğu çevredir.

İnşaat sanayiinde de, yasal çevre hem sosyal çevrenin baskılarına ve hem de politik çevrenin etkilerine açıktır. Bunun sonucunda da inşaat sanayiinin yasal çevre ile olan etkileşimi daha da yoğunluk kazanmaktadır. Zira inşaat sanayi, sosyal çevrenin etkilerine çok açık olmanın yanı sıra, politik çevre tarafından da "Ekonomik Ayarlayıcı" olarak değerlendirilmekte ve böylelikle sosyal çevrenin ve politik çevrenin dolaylı etkileri yasal çevre üzerinden inşaat sanayine yönelebilmektedir.

İnşaat sanayiinde yasal çevre, diğer sanayilerle karşılaştırıldığında son derece karmaşıktır. Diğer sanayi dalları

için genel olarak var olan "yasal mevzuat" yanında, inşaat sanayiinin niteliklerinden doğan ek yasal kurallar bu çevrenin karmaşık ve özel bir yapıya kavuşmasına neden olmuştur.

Yasal çevrenin bu özel niteliği başlıca iki noktadan kaynaklanmaktadır. Herşeyden önce inşaat sanayiinde işin alınmasının diğer sanayilerden farklı olarak, büyük ölçüde, "İhale sistemi"ne dayanması önemli bir farklılık getirmektedir. İhale sistemini düzenleyen yasaların oluşturduğu çevre, özel uzmanlık bilgisini gerektirecek düzeyde geniş ve derin bir ilgi alanı oluşturmaktadır.

Bunun yanında, ihale sisteminin yönetim yaklaşımı üzerinde de etkileri vardır. İhale sistemindeki değişimler ve belirsizlikler rekabetin kurallarında köklü değişimlere neden olmakta bu durum da inşaat şirketlerinin pazarlama politikalarında değişikliğe gidilmesini zorlamaktadır. Böylelikle yasal çevre ile olan ilişkiler, klasik ölçülerin dışında, hem "Rekabet Sistemi" hem de "Pazarlama Fonksiyonu" üzerinde etkili olabilmektedir.

Yasal çevrenin karmaşıklığını oluşturan bir diğer neden de sözleşmelerdir. İşin alınmasından sonra, yapım aşamasına geçmeden önce, kullanıcı ile tasarımcı ve yüklenici arasında; yüklenici ile yan yükleniciler arasında bir dizi sözleşme imzalanır. Bu sözleşmelerin gerektirdiği yasal kurallar da inşaat sanayiinin yasal çevrenin çok önemli bir parçasıdır.

İnşaat sanayiindeki yasal çevrenin bir diğer özelliği de, inşaat sanayiindeki üretim sürecinden doğmaktadır. İnşaat işinin başlaması işin spesifikasyonları, işte yapılacak değişiklikler, işin düzeltilmesi, işin denetimi, iş için yapılan ara ödemeler ve işin teslimi çok özel yasal kurallarla düzenlenmiştir. Yani "...Yüklenici, inşaat yöneticisi veya mimar/mühendis tarafından...atılan her adımın yasal sonuçları vardır. Atılan her adımda, bir hukukçu'ya danışmak

için ise en azından zaman yoktur..."(10).

Bu durumda yasal çevrenin etkisi, tüm üretim süreci boyunca etkin olarak duyulmaktadır.

İnşaat Sanayiinin Çevre ile olan ilişkilerinin daha ayrıntılı bir incelemesi ve yönetim yorumları (4) numaralı kaynakta yer almaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883
MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

K A Y N A K L A R

1- AKGÜÇ, Ö - ERER, O
İnşaat Sektörünün Türk Ekonomisindeki Yeri ve Önemi.
İnşaat Sektörünün Sorunları ve Çözüm Yolları Semineri,
İstanbul, 1982.

2- DPT
IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara.

3- EMERSON, H.
Survey of Problems Before the Construction Industries
Ministry of Public Building and Works, London, UK. 1962.

4- ERKUT, H.
İnşaat Sanayiinde Yönetim Bilimleri,
Araştırma, İstanbul, 1983.

5- ERKUT, H.
Benzetim Deniz Harp Okulu, YA/Yönetim Grup Başkanlığı
Yayını, 2-1983.
İstanbul, 1983.

6- HEUNİNGSON, J.C.
Enrironmental Management During Construction.
Journal of the Construction Division, ASCE : Vol,104.
No CO4. Dec. 1978.

7- HİCKS, H.G - GULLETT, C.R.
The Management of Organizations
Mc Graw Hill. 1976.

8- MANSFIELD, E
Industrial Research and Technological Innovation
Long mans Green and Co.Ltd. London, UK, 1969.

9- MPM. Endüstri Şubesi
Türk İnşaat ve Konut Sektörünün Güncel Sorunları
MPM Yayınları. No.292, Ankara. 1983.

10- NUNNALLY, S.W.
Construction Methods and Management
Prentice-Hall Int. London.1980.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

11- O'SHEA, J.B.
The CPM-By-Calendar
Journal of the Construction Division ASCE. Vol.94.
No CO2, Oct. 1968.

12- THOMAS, H.R.Jr.
Can Work Sampling Lower Construction Costs?
Journal of the Construction Division. ASCE. Vol.107.
No.CO2, June 1981.

13- U.N.
Statistical Yearbook 1980/1981. United Nations
Publications. New York, 1982.

14- YANNAS, S.A.P - MOVENZADEH, F - PUGH, A.L.
Precast Concrete Industry : Managerial Dynamics
Journal of tha Construction Division. ASCE, Vol.103,
No.62. June 1972.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

İNŞAAT SANAYİİNDE YÖNETİM BİLİMLERİNİN GELİŞMESİ:1930'DAN 1987'YE

Doç.Dr. Haluk ERKUT
İşletme Fak.
Endüstri Mühendisliği Böl.
Maçka/İSTANBUL

İnşaat sanayiinin, hem çevresel ilişkileri, hem de iç yapı ilişkileri açısından, yönetim düşüncesinin doğup geliştiği imalat sanayiinden farklı olduğu bir gerçektir. Bununla birlikte yönetim düşüncesinin esasları, inşaat sektörünü de etkilemekten geri kalmamıştır. Nitekim inşaat sanayiinde yönetim düşüncesi inşaat mühendisliğinin gelişim çizgisine sessizce katılmış, yönetim teknikleri ile inşaat mühendisliğinin keşistiği noktada, giderek çizgisini kalınlaştırmış ve nihayet günümüzde ayrı ve özgün bir akım olarak kendisini kabul ettirme noktasına ulaşmıştır. İnşaat sanayiinde yönetim anlayışının bugün ulaştığı konum, inşaat mühendisliğinin teknolojik boyutundan bir ölçüde bağımsızlaşabilmiş, ancak geleneksel yönetim tekniklerinin baskısını büyük oranda taşıyan bir görüntü vermektedir. Ancak, özgün bilgi üretme ve yöntem geliştirme çalışmalarına da rastlanmaktadır. Bu çalışmada, 1930'lu yıllardan başlayarak günümüze kadar uzanan bu gelişmeler, çok kapsamlı bir yayın taramasına dayanılarak araştırılmaktadır. Amaç, bu evrimin özelliklerini yorumlayarak, gelişimin aşamalarını belirlemek ve böylelikle ilerleme yönünü değerlendirmektir. Bu amaca bağlı olarak yapılan araştırmada, inşaat sanayiinde yönetim

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

düşüncesi, nitelikleri açısından farklılıklar gösteren ve birbirini izleyen yedi ayrı aşamada toplanmış ve değerlendirilmiştir.

İNŞAAT SANAYİİNDE YÖNETİM

İnşaat sanayiinde yönetim düşüncesi inşaat mühendisliğinin gelişim çizgisine sessizce katılmış, yönetim teknikleri ile inşaat mühendisliğinin kesiştiği noktada evrile evrile giderek çizgisini kalınlaştırmış ve nihayet günümüzde ayrı ve özgün bir akım olarak kendisini kabul ettirme noktasına ulaşmıştır.

İnşaat sanayiinde yönetim anlayışının bugün ulaştığı konum, inşaat mühendisliğinin teknolojik boyutundan bir ölçüde bağımsızlaşabilmiş, ancak geleneksel yönetim tekniklerinin baskısını büyük oranda taşıyan bir görüntü vermektedir. Ancak, bunun yanında, inşaat sanayiinin sorunsal alanına yönelerek, bu alandaki yönetsel sorunları aşmaya yönelik bilgi üretme çabası da görülmüyor değildir. İnşaat sanayiindeki yönetim anlayışını, geleneksel yönetim anlayışının baskısından kurtaracak olan, ona özgün yönetim yöntemlerini kazandıracak olan da hep bu çabadır.

Bu çalışmada, çok kapsamlı bir kaynak taramasına dayanılarak 1930'dan günümüze kadar uzanan çizgide, inşaat sanayiinde yönetim düşüncesinin evrimi, nitelikleri açısından farklılıklar gösteren yedi ayrı aşamada ve bir süreç olarak incelenecektir. 300 e yakın çalışmanın doğrudan incelenmesine dayanan bu çalışmaya ilişkin daha ayrıntılı bilgiler (9) numaralı kaynakta yer almaktadır.

DOĞUŞ

İnşaat sanayiinde yönetim düşüncesinin ilk izlerine 1930 lu yıllarda rastlamaktayız. Bu tarihlere kadar, çoğunlukla, teknik geliştirmeler üzerinde yoğunlaşan çalışmaların zaman zaman inşaat mühendisliğinin eski uygulamalarına (11)

ve zaman zamanda inşaat mühendisliğinin estetik ve edebi boyutuna yöneldiğini görüyoruz. İlk kez 1933'de Organizasyon kavramının (24) 1935'de de planlama düşüncesinin (7) inşaat sanayiine sessizce girdiğine tanık oluyoruz. Bu kavramların birer yönetim fonksiyonu olmaktan çok genel anlamda kullanıldıkları kuşkusuz. Bununla birlikte düşünceye iz bırakmaları ve bir yakınlık yaratmaları açısından önemli bir gelişme bu. 1933'de ise bir yandan inşaat mühendislerinin ekonomi ile ilişkileri kurulmaya çalışılırken "mühendislik ekonomisi" yaklaşımı ile değerlendiren bir çalışma sergileniyor (13). Görüldüğü gibi 1930-1940 arası, inşaat sanayiinde yönetim kavramlarının ilk izlerinin görüldüğü yıllar oluyor.

GELİŞME

1940 lı yıllarda inşaat mühendisliğinin "ekonomi" ile ilişkileri önemli bir düşünce odağı oluşturuyor. Buna bağlı olarak, inşaat mühendisliğinin, ekonomi aracılığıyla, toplumsal yaşam içindeki konumuna ilişkin ipuçlarına rastlıyoruz. Bunu "çevresel yönetim"e doğru hazırlık olarak nitelendirebiliriz. Bir üst yönetim faaliyeti olarak ekonomi ile bağlantılı genel politika ve program geliştirme çabalarına yönelik bilinçlenmeye de yine bu dönemde rastlamaktayız (14). Bu arada, dönemin inşaat mühendisleri kendi istihdam ve ücret sorunlarını incelemekten de geri kalmıyorlar. Bu incelemelerde, ilk "yasal çevre" kaygılarının izlerini de buluyoruz. Bu dönemin en önemli çabalarından biride "insan ilişkileri" ne yönelik olarak gelişmekte (5). Bunun bir uzantısı olarak "İşgücü Yönetimi"nin koşulları olğunlaşıyor. Maliyetlerin bir sorun olarak belirginleşmesi de yine bu döneme rastlıyor (12). Bu arada flaş bir habere rastlıyoruz: "Montaj hattı saatte bir ev üretiyor.(2). Bu haber, bu alandaki çalışmalarla da desteklenince, "bilimsel yönetim" ilkelerinin uygulanabilmesi için gerekli olan teknolojik rasyonalizasyonun önemli aşamalar kaydedeceğini anlıyoruz. Yönetim açısından bir diğer çarpıcı olay ise ilk kez çubuk diyagramının kullanılması (15) ve ilk organizasyon şemasının çizilmesi. Organizasyon açısından bir diğer çok önemli gelişme

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

inşaat sanayiinde "Merkezkaç" yönetimin öneminin daha o yıllarda anlaşılabilmiş olması. Kaiser inşaat şirketinin bilinçli, disiplinli ve başarılı bir şekilde büyümesinin anahtarı olarak "Merkezkaç Yönetimi"i gösteren bu çalışma 43 yıl öncesinden bize ışık tutuyor. Yine bu dönemde, planlama ve denetim kavramları gelişmelerini sürdürürken finansal kavramlar da, inşaat sanayiinin yönetiminde yerlerini almaya başlıyorlar.

Anlaşılacağı gibi 1940-1950 arası, inşaat sanayiinde yönetim kavramlarının gelişmeye başladığı yıllar oluyor.

KAVRAMLAŞMA

1950 li yıllarda inşaat mühendisliğinin toplumsal yaşam içindeki konumuna yönelik tartışmalar genişliyor. Bu tartışmalar "çevresel yönetim"in giderek önem kazandığının açık bir belirtisi. İnşaat mühendislerinin, o yıllardaki tek önemli süreli yayınının, Amerika İnşaat Mühendisleri Birliğinin (ASCE) kuruluşunun 100. yılına rastlayan 1952 Eylülünde, tek önemli yönetsel sorun olarak "İşgücü Yönetimi" ne yer ayırması bu sorunun giderek geliştiğini gösteriyor(22). Bu dönemdeki en çarpıcı gelişme hiç kuşkusuz bilgisayar uygulamalarının inşaat teknolojisine ve inşaat tasarımına girmiş olması. Bu gelişme, yönetim açısından doğrudan bir önem taşımasa bile, bilgisayarın yönetimde etkinleşeceği günlerin ipucunu veriyor bizlere.

"İnşaatta Montaj Hattı"na ve "İnşaatta Finansal Yönetim"e yönelik "kavramlaşma" çabaları sürerken yeni bir konu olarak "İnşaatta Rekabet" ortaya çıkıyor. Böylelikle çevre'ye yönelik çalışmaların genişlediğini anlıyoruz. Organizasyon ve insan ilişkileri alanındaki çalışmaların devamı olarak "Tasarımcı-Yüklenici" ilişkisi incelenirken, Mühendislik Ekonomisi alanındaki çalışmaların da "Donanım Ekonomisi"ne yöneldiğini görüyoruz (8). Bu arada organizasyon çalışmaları derinleşmenin ipuçlarını da veriyor.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İlginç ve anlamlı bir rastlantı olarak, bir yandan İnşaat Mühendisliğinin bir kriz içinde olduğu açıklanırken, öte yandan "İnşaat Yönetimi" sözcüğü ilk kez kullanılarak, inşaat yönetiminin inşaat mühendislerine gereksinimi olduğu vurgulanıyor.(25).

Görüldüğü gibi 1950 ve 1960 arasında inşaat sanayiinde yönetim kavramları gelişmesini sürdürüyor. Bir anlama yaygınlaşma açısından bir duraklama dönemi geçirildiği söylenebilirse de aynı anda, belli alanlarda kavramlaşmanın ve "derinleşme"nin ilk izlerini yakalamak da mümkün. İlk kez "inşaatta yönetim" kavramının kullanılmasıyla ise, "genelleşme" sürecinin ilk tohumunun atılmış olduğu kuşkusuz.

YAYGINLAŞMA VE DERİNLEŞME

1960 lı yıllar, inşaat sanayiinde yönetim açısından önemli gelişmelerin olduğu yıllardır. Herşeyden önce inşaat mühendislerinin yöneticiliği çevresinde yoğunlaşan tartışmalar büyük önem taşıyor. Zira bu tartışmalar inşaat sanayiinde "yönetim gereksinimi"nin olgunlaştığını gösteren önemli birer kanıt. Yani "yönetim gereksinimi", inşaat sanayiinde başlangıçta "yöneticiye olan gereksinim" olarak beliriyor. Bunun, genelleşerek o yöneticilerin elinde bir "yönetim gereksinimine" dönüşeceğine hiç kuşku yok. İnşaat mühendislerinin yöneticiliği üzerinde başlayan tartışmalar, genelde, inşaat mühendisliği ve inşaat mühendisi üzerindeki tartışmaları da körüklüyor ve inşaat mühendisine yeni bir kimlik kazandırma çabaları yoğunlaşıyor.

1960 lı yılların bir diğer çok önemli gelişmesi de ağ diyagramlarının inşaat sanayiinde yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmış olması. İnşaat sanayiinde, kısa zamanda iş planlaması, işgücü planlaması ve kaynak planlaması çalışmaları PERT, CPM vb yönetim teknikleri ile yapılır duruma geliyor(20). Ağ diyagramlarının inşaat sanayiinde bir yönetim tekniği olarak kullanımı 1960 tan sonraki ilk beş yılda o denli yaygınlaşıyor ki, bir genel değerlendirme yapma gereksinimi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ortaya çıkıyor (10). Bu genel değerlendirmenin inşaat sanayiindeki yönetim düşüncesinin "genelleşmesi" sürecinde önemli bir kilometre taşını oluşturduğunu söylemeye hiç gerek yok. Ağ diyagramlarının inşaat sanayi yönetim düşüncesi içindeki etkisi bu kadarla kalmıyor. Araştırmacılar ve uygulayıcılar, ağ diyagramlarına, inşaat sanayiindeki faaliyetlerin yapısına uygun bir biçim kazandırmaya çalışan denemel yapıyorlar ve başarılı örnekler sunuyorlar. Bu çalışmalar, inşaat sanayi dışında geliştirilen yönetim tekniklerinin, inşaat sanayiinin koşullarına göre uyarlanma çabasının ilk örneklerini oluşturmaları açısından son derece önemli. Zira, "inşaat sanayiindeki yönetim yaklaşımının, geleneksel yönetim yaklaşımından farklı olması" bilincinin ilk somut tohumlarını bu çalışmalar ekiyorlar. Kendi öz tekniklerini geliştirerek, bilimsel bağımsızlaşma yolunda, ilk adımları bu çalışmalar atıyorlar.

1960 yıllarda görülen önemli bir gelişme, inşaat sanayiindeki yönetim kavramlarının çeşitlenerek yaygınlaşması yönünde oluyor. Daha önce bir iki temel çalışma alanı üzerinde yer alan yönetim kavramları, bu dönemde somutlaşma sürecinde oldukça ilerleme fırsatı buluyorlar. İnşaatta kalite kontrol, inşaatta bakım yönetimi, inşaatta iş güvenliği inşaatta değer mühendisliği, inşaatta belgeleme ve raporlama, inşaatta satış mühendisliği ve inşaatta yönetsel araştırma-geliştirme, inşaatta yönetimin hep bu dönemde gelişen boyutları oluyor.

Bu arada 1940 lardan başlayarak gelişen ve 1960 larda yaygınleşan "sistem akımı" inşaat sanayindeki yönetim yaklaşımları üzerinde de etkisini gösteriyor. İnşaat sanayiindeki sorunları sistem görüşü ile inceleyen öncüler belirlemeye başlıyor. Bu akımın bir uzantısı olarak yönetim tekniklerinde "modelleme" ve "sayısal yaklaşımlar" sergilenmeye başlıyor.

Yöneylem araştırmasının en özgün tekniklerinden olan "Dinamik Programlama" ile yapılan yaklaşımlar ve inşaat sanayiine

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

özgü olarak geliştirilen "İhale Modelleri" ile inşaat ve yönetimin dinamik yapısını sergileyen "İnşaat ve Yönetim Oyunları" (4) bunun en ilginç örneklerini oluşturuyor.

İnşaat sanayi yönetim tekniklerinin, "Sistem Akımı" gibi modern bir yaklaşımın etkilerine açık olması ve sanayinin yapısına özgü modelleme çabalarını zorlaması, inşaatta yönetimin kavramsal çatısını kurma yolundaki inatçılığının bir belirtisi olarak alınmalıdır.

Tüm bu önemli gelişmeler olurken, daha önce kavramlaşmaya başlamış olan bazı çalışma alanlarının, sınırlarını belirginleştirerek bağımsız yönetim konuları olma yoluna girdikleri gözleniyor. İnşaatta halkla ilişkiler, inşaatta donanım yenileme ve inşaat donanımlarının optimum ömürlerinin bulunması, inşaatta personel yönetimi bu oluşumun öncülüğünü yapıyorlar. İşgücü verimliliği ve maliyetler üzerine yapılan çalışmalar sürerken, inşaatta "Tahmin Fonksiyonu"nun önemi anlaşılarak maliyetlerle birlikte ilk kez anılıyor(23).

Bu çok yönlü gelişmeler arasında gözden kaçan, ancak vurgulanması gereken bir araştırma da inşaat sanayiindeki eğitimin organizasyonuna ilişkin. Görüleceği gibi ilerki yıllarda, inşaat sanayiinde yönetim anlayışının yaygınlaşmasında en önemli işlevi "eğitim" üstlenecek.

Bu arada Temmuz 1967 de düzenlenen "Birleşik Mühendislik Yönetimi" konferansı ile, Aralık 1968 gerçekleştirilen "İnşaat Mühendisliği ve Yönetim" kongreleri, inşaat sanayiinde yönetim düşüncesinin ulaştığı boyutları açıklamak açısından anılmaya değer iki önemli faaliyet olarak belirginleşiyorlar.

Kısa bir deyişle 1960-1970 arası inşaatta yönetim açısından, yönetim kavramlarının yaygınlaştığı ve çeşitlendiği, yönetim konularının somutlaşarak bağımsızlaşmaya başladığı ve yönetim tekniklerinde derinleşmenin bilgi üretme gücüne yöneldiği bir dönem olarak önemle anılmaya değer.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GENELLEŞME VE GRUPLAŞMA

Amerika İnşaat Mühendisleri Birliğinin en köklü yayın organının, daha önce "Mühendislik İnşaatı" olan isminin, 1970 yılından başlayarak, "Çevresel Tasarım ve Mühendislik İnşaatı" olarak değişmesi, inşaat sanayiinde yönetim anlayışının sınırlırının yakın bir gelecekte daha da genişleyeceğinin bir işareti olarak alınabilir.

1970 lerin ilk beş yılının önemli gelişmelerinden biri "Proje Yönetimi" kavramının gelişmesi ve ağ diyagramı tekniklerinin "Proje Yönetimi" kavramı çerçevesinde bütünleşmeleri olarak görülüyor (18). Bunun yanında ağ diyagramı tekniklerini değerlendiren çalışmalarda ortaya çıkmaya başlıyor.

Bu dönemin en belirgin özelliği inşaat sanayiinde yönetim konularında "derinleşme"nin ileri boyutlara ulaşması. Öyle ki bu derinleşme çoğu kez yeni bir çalışma alanının belirdiği izlenimini veriyor. İnşaat sanayiinde gecikmelerin incelenmesi, proje planlamada bilgi kullanımının araştırılması, inşaatta hava koşullarının yönetsel etkilerinin gözlenmesi.

İnşaatta verimlilik ve iş doyumu arasındaki bağlantının sergilenmesi, gürültünün kökeni ve etkilerinin araştırılması, inşaat malzemeleri için kodlama sisteminin kurulmaya çalışılması inşaat yönetiminde verimlilik ve etkinliği arttırmaya çalışan araştırmaların ne denli derinleştiğinin birer belgesini oluşturuyorlar. Bu arada yönetim konuları arasındaki sınırlar daha da belirginleşmekten geri kalmıyor. İnşaatta "Kalite Yönetimi" sistem görüşüyle güçlenerek kavramsal çatısını tamamlıyor (1).

Donanım Yenileme modelleri zenginleşiyor. İnşaat sanayiindeki "ihale süreci" ile "rekabet" kavramı birleştirilerek, yönetim için stratejik modeller oluşturuluyor. İnşaatta yönetim açısından, "Sözleşmelerin Yürütülmesi"ni etkinleştirici

yollar öneriliyor. İnşaatta "Montaj Hatları"nın bir uzantısı olarak "Tekrarlanan Yapı Bilimlerinin" planlamasına yönelik yönetim araştırmaları geliştiriliyor.

Beş yıllık bu dönemde yeni yönetim konularının da gündeme geldiğini görmekteyiz. "İnşaatın İlerletilmesi" (Expediting) kavramı birdenbire gelişip inşaatta yönetimin önemli alanlarından birini oluşturuyor (17). "İnşaat Yönetiminde Eğitim" olgusunun ise üzerinde en çok tartışılan konulardan biri olduğunu ve önemli bir odak noktası oluşturduğunu hemen farkediyoruz (21).

Bu arada teknolojik ilerlemelerle maliyet indirgeme çalışmalarının çok az da olsa varlıklarını sürdürdüklerini gözlüyoruz. Maliyetlerin indirgenmesi ve verimliliğin yükseltilmesi açılarından, teknolojik doyuma ulaşıldığı noktada yönetim tekniklerinin gündeme gelip önem kazandıklarını anımsarsak, bu gelişmeyi daha da bir anlamla değerlendirebiliriz.

Kısa bir şekilde açıklamak istersek 1970 lerin ilk beş yıllık diliminin üç açıdan özellik taşıdığını söyleyebiliriz. Bu dönemde inşaat sanayiinde yönetim genel anlamda "kavramlaşma"sını güçlendirmiştir. Çalışma alanları genelleşme ve toparlanma yolunda ileri noktalara ulaşarak sınırları belli "sorunsal alanlar" oluşmaya başlamış yani inşaatta yönetim sorunları sınıflanmaya, kategorileşmeye, gruplaşmaya yönelmiştir. Nihayet, yönetim tekniklerinde derinleşme yani uzmanlaşma çok gelişmiş ve doruk noktasına dayanmıştır.

KURUMLAŞMA VE EKOLLEŞME

1970 li yılların ikinci yarısındaki en önemli gelişme, aynı zamanda inşaat sanayiinde yönetim düşüncesinin gelişiminin de en önemli olğusu olarak kabul edilebilir. Bu gelişme "Profesyonel İnşaat Yönetimi" akımının ortaya çıkmasıdır. Bu, inşaat sanayiinde yönetim düşüncesinin "Meslekleşme" yani "Kurumlaşma" aşamasını ifade etmektedir. Bu önemli

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

olay, bir sonraki kısımda özel olarak ele alınacaktır.

Bu dönemde inşaat sanayiindeki yönetime "genel yaklaşımlar" gelişmiş, yönetimi bütünleştirme çabaları olgunlaşmıştır(35/. s.101-112). "Dinamik boyutları" ve yönetsel sorunların "Dinamik Davranışları" özel bir ilgi alanı oluşturmaya başlamıştır (3).

1975-1980 arası, inşaat sanayiinde "Çevresel Yönetim" düşüncesinin de ağırlık kazandığı gözlenmektedir. Bir yandan "Yasal Çevre"ye ilişkin incelemeler ardı ardına sıralanırken, öte yandan "Sosyal Çevre"ye yönelik gözlemler de hızla çoğalıyordu. Bunun yanında belli alanlarda "çalışma grupları" oluşuyordu.

Finansman Yönetimi, İş Güvenliği, İnsan Yönetimi bu çalışma alanlarından bazılarını oluşturmaktadır. Bu çalışmaların belirgin bir özelliği de, derinlemesine incelemekler olmaktan çok, diğer yakın yönetim alanları ile ilişkiler kurmaya yönelen yani "sorunlararası etkileşim"i yakalamaya çalışan uğraşlar olmalarıdır.

İnşaat sanayiinde yönetim bu dönemde de yaygınlaşmasını sürdürmüş ve yeni sorunsal alanlar üzerine yönelmiştir. Bu yeni sorunsal alanlardan en önemlileri, "Pazarlama Yönetimi", İnşaat yönetiminde "Bilgisayar Uygulamaları"(6), İnşaat yönetiminde "Değer Mühendisliği", İnşaatta "Alan Düzenleme" olarak sayılabilir.

1970 li yılların ikinci yarısı inşaat sanayiinde yönetim açısından önemli gelişmelere sahne olmuştur. "Profesyonel İnşaat Yönetimi" akımı ile yönetim anlayışı "Kurumleşme" aşamasına girmiştir. Ayrıca, inşaat sanayiinde yönetime "genel yaklaşımlar" gelişmiş; bununla birlikte ve buna bağlı olarak sorunların "Dinamik davranışları" ve "sorunlararası etkileşim" çalışmaların ana eksenini oluşturmuştur. Tüm bu önemli gelişmelerin yanında inşaat sanayiinde yönetim yeni

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

"sorunsal alanlar" üzerinde yaygınlaşmasını sürdürmüş, yeni sorunsal sınıflanmalar oluşagelmiştir.

EVRENSELLEŞME

1980 den bu yana inşaat sanayiinde yönetim açısından genel bir değerlendirme yapabilmek için belki bir süre daha beklemek yerinde olacaktır. Buna karşın, yine de, bazı ipuçlarına dayanarak gözlem yapılabilir.

Bu gözlemleri şöyle özetleyebiliriz: ABD'de doğan ve gelişen Profesyonel İnşaat Yönetimi akımı, diğer ülkelerin inşaat sanayilerinde de uygulama alanı bularak evrenselleşme sürecine girmiştir. Yani, İnşaat Sanayiindeki "Kurumsallaşma""evrenselleşme" aşamasına yönelmiştir. Bunun çok önemli bir anlamı inşaat sanayiinde yönetim'in "Bilimleşme"si yani özgün bir bilim dalı olarak ortaya çıkması için tüm koşulların hızla olgunlaşmakta olduğudur. Nitekim Amerika İnşaat Mühendisleri Birliğinin en önemli yayın organlarından olan "İnşaat Birimi Dergisi"nin, 1983'den başlayarak adını "İnşaat ve Yönetim" olarak değiştirmesi yönetimin bilimleşmesi yolunda önemli bir bilgi birikiminin oluştuğunun açık kanıtıdır.

Ayrıca 1980 den bu yana "Profesyonel İnşaat Yönetimi" akımı üzerindeki değişik ve yoğun değerlendirmeler, inşaatta yönetim alanındaki çok yönlü gelişmeler ve yönetsel tekniklerin sınırlarını zorlama çabaları doğacak olan bir bilim dalının sancılarından başka ne olabilir?

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

K A Y N A K L A R

1- ABDUN-NUR, E.A.
Control of Quality-A System
Journal of the Construction Division (JOCD) ASCE.Vol.96.
No CO2. Oct.1970

2- ASCE
Assembly line Produces House an Hour Civil Engg.ASCE.
Vol.17, No.10.Ocat.1947.

3- AU,T-BOSTLEMAN, R.H.-PARTI, E.W.
Construction Management Game-Deterministic Model JOCD.
ASCE. Vol. 95. No CO1, July 1969.

4- AU, T.-PARTI, E.W.
Building Construction Games-General Description JOCD.
ASCE, Vol 95, No.CO1, July 1969.

5- BAKER, S
The Engineer and Human Relations
Civil Engineering. ASCE. Vol.12. No.12, Dec. 1942.

6- BHANDARI, N.
Computer Applications in Construction Management
J. of the Construction Division. ASCE. Vol. 103, No.C03.
Sept. 1977.

7- BLACK, R.V.N
Planning During a Depression
Civil Engineering, ASCE. Vol,5, No.3, March. 1935.

8- DICKERSON, W.B.
Use of Construction Equipment : Choice, Capacities,
Economy.
Civil Engineering, ASCE. Vol.25, No 3. March. 1955.

9- ERKUT. H.
İnşaat Sanayiinde Yönetim Bilimleri
Araştırma, İstanbul, 1983.

10- MC KIBBEN, F.P.
Bridges and Poetry
Civil Engineerin, ASCE, Vol.2, No.2. Feb. 1932.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

11- GONDOLFO, J.H.
Tracing the Engineer in Early Egypt and Assyria
Civil Engineering. ASCE, Vol.1, No.7, April.1931.

12- JOHNSON, W.A.
Construction Costs can be cut.
Civil Engineering. ASCE, Vol.16, No.12, Dec.1946.

13- LARNED, A.T.
Initial Investigations and Economical Planning of Hydroelectric Plants.
Civil Engineering. ASCE, Vol.8, No.12, Dec. 1938.

14- MARSHALL, S.W.
Planning teh Pensaylvania Turnnpike, Development of General Program Policies, Economics
Civil Engineering, ASCE, Vol. 10, No.6, June.1940.

15- MAXTON, H.P.
Construction Cost Control Shows Efficiency of Men and Machines.
Civil Engg. ASCE. Vol.19, No.1, Jan.1949.

16- MONSEY
Construction Expediting
JOCD. ASCE. Vol.96, No.CO1, June 1970.

18- O'BRIEN, J.J.
Project Control Using CPM
Civil Engg. ASCE, Vol.44, No.44, Apr.1974.

19- PATTERSON, W.L.
A Place in Management for the Engineer.
Civil Engg. ASCE. Vol.31, No.11, Nov.1961.

20- PETERSON, R.J.
Critical Path Scheduling for Construction Jobs.
Civil Engg. ASCE. Vol.32, No.8, Aug.1962.

21- RAINER, R.K.
Civil Engineering Education for Construction Management
JOCD. ASCE. Vol.97, No.CO1, March, 1971.

22- ROGERS, L.C.
Labor Management Problems in the Construction Industry.
Civil Engg. ASCE. Vol.22, No.9, Sept.1952.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

23- SUBCOMMİTTE OF ASCE
How Contractors Organize Their Cost Estimating and Control. Progress Report.
JOCD. ASCE, Vol.92, No.CO1, Jan.1966.

24- WAİTE, H.M.
Organizations and Problems of the PWA.
Civil Engineering, ASCE. Vol.3, No.12, Dec.1933.

25- WİNKELMAN, D.W.
Construction Management Needs the Civil Engineer.
Civil Engg. ASCE. Vol.25, No.2, Feb.1955.

26- WISELY, W.H.
Systems Engineering
Civil Engineering. ASCE. Vol.38, No.4, April.1968.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

KISITLI KAYNAK KULLANIMI HALİNDE İNŞAAT YATIRIMLARININ PLANLANMASI

Doç. Orhan Yüksel
Anadolu Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
ESKİŞEHİR

ÖZET

Günümüzde her yatırımda olduğu gibi inşaatlarda da kullanılan kaynaklar sınırsız değildir. Malzeme için depo, işgücü için sosyal tesis, çalışılan yer, giderek tüm kaynaklar için bir gider kısıtı vardır. Bütün bu kısıtlar bazan yatırımın süre yönünden planlanmasından çok daha öncelikli hale gelmektedir.

229 işlemden oluşan bir inşaat projesinde izlenmesi gereken 18 kaynak olduğu, her işlemde bu kaynaklardan en fazla 10 tanesine gereksinildiği belirlenmiş ve bu koşullar altında yatırım Wiest'in önerdiği yöntemle planlanmıştır. Yöntem ok diyagramına uygulanırken karşılaşılacak özel bir duruma dikkat çekilecektir.

Bir PC de oldukça kısa sürede elde edilen çıktılar profil eğrisi ve aylık kaynak gereksinim tablosu biçiminde sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada işlem sayısı 229 olan, her işlemde 10, tüm projede 18 değişik kaynağın kullanılabildiği bir serimde [3] belirlenen kaynak kısıtlarıyla yatırımın en kısa sürede bitirilmesi amaçlanmıştır. Çözümde Wiest yöntemi biraz değiştirilerek kullanılacak, değişikliğin nedeni anlatılacak ve durum sonuçlarda gösterilecektir. Bildirinin bir yöntemi eleştirmek gibi bir amacı olmadığı, yalnızca ok diyagramları uygulamasındaki küçük bir eksikliğe dikkati çekmek ve daha çok uygulamanın yararını ve sonuçlarını göstermek olduğunu vurgulamak gerekir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çalışmada kaynak olarak işgücü ve malzeme kullanılmıştır. Uygulamada işgücünün belirli sayıdaki gruplardan oluşması çözümü daha gerçekçi kılmaktadır. Benzer şeyin kaynak olarak kullanılan malzemeler için söylenmesi mümkün olamamaktadır. Malzemenin depo edilebilir, işgücünün depo edilemez olması [4] bu iki kaynak türünün belirleyici farklılığını oluşturmaktadır. Burada, bu farklılık gözönüne alınmadan, malzemenin de işgücü gibi günlük kısıtının olduğu ve onun aşılmaması gerektiği kabulu yapılacaktır.

Altmışlı yıllara doğru yatırımların deneyimli yöneticilerle izlenemeyecek boyutlara ulaşması yeni arayışları gerektirdi. Yöneylem araştırmasında, planlama tekniklerinde ve bilgisayardaki gelişmelerin aynı yıllara raslaması arayışları artırdı, geliştirdi. Yalnızca Davis'in yaptığı iki taramadaki yayın sayısındaki artış bile olayı sergilemeye yeter [5], [6]. 1966 yılındaki ilk taramada yazar 40 yayın ismi verir, bu sayı 1973 yılında 138'e ulaşır.

Kısıtlı kaynak kullanımı planlamada önemli yer tutar. Araştırmalar bulgusal (heuristic) ve optimal olmak üzere iki koldan ayrı ayrı gelişir. Her iki alanda da

1. İşlemde ve yatırımda çok sayıda (multi-resource models)
2. İşlemde tek, ancak yatırımda değişik sayıda (job-shop models)
3. İşlem ve yatırımda yalnızca bir kaynağın (single-resource models) kullanıldığı modeller incelenir [6].

Bulgusal alanda Wiest [9], Moder and Phillips, [8] işlem ve projede birden fazla kaynak kullanımı konusundaki birçok yayından yalnızca ikisidir. Bulgusal alanın diğer modellerinde de (job-shop ve single-resource) çok sayıda çalışma yapılmıştır. Uygulanabilir çözümlere oldukça kısa sürede ulaşılabilmesi bulgusal yönteme ilgiyi artırmıştır.

Yukarıda sözü edilen üç değişik modele optimal yaklaşımda, bu yaklaşımın yalnızca küçük projeler için uygun olabileceği ısrarla vurgulanmıştır [6]. Doğrusal programlama, dal-sınır yöntemi, dinamik programlama kullanılan optimal çözüm tekniklerinden bazılarıdır.

Daha sonraları verilerin elde edilişinde ve değerlendirilmesinde ortaya çıkan kuşkular [1], [2], [7] optimal çözüme ilginin azalacağını göstermektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. YÖNTEMİN TANITILMASI

Projede ve işlemde çok sayıda kaynağın kullanılabildiği modellerde, belirlenen kaynak kısıtlarını aşmadan yatırımın en kısa tamamlanma süresinin bulunması konusunda Wiest'in önerdiği yöntem [8] şöyledir;

1. İşlemlerin en erken ve en geç başlama zamanları bulunur. Hesapta kullanılmak üzere alınan bir zaman sayacı 1 e eşitlenir (T = 1).

2. Kendilerinden öncekilerin tamamlandığı işlemlerden bir "Uygun işlemler kümesi " (UİK) oluşturulur.

3. UİK'daki işlemlerden en erken başlama zamanı $\leq T$ olan işlemler programlanabilir işlemler kümesine (PİK) alınır. Burada işlemler en geç başlama (GB) zamanlarına göre, onların eşit olması halinde ise işlem sürelerine göre küçükten büyüğe doğru sıralanırlar.

4. PİK deki işlemler sırasıyla alınan ve işlemdeki kaynakların kısıtlarının aşılmaması halinde (sabit kaynak kısıtı altında yalnızca T zamanında, değişken kaynak kısıtı altında tüm işlem süresi boyunca kısıt kontrolu yapılır O.Y) işlem programlanır. İşlem programlanmışsa geriye kalan kaynak miktarları, izleyen işlemlerin en erken başlama zamanları bu işleme göre değiştirilir. Programlanan işlemi izleyen işlemler UİK ya alınır.

5. UİK de hiç işlem kalmamışsa hesap tamamlanmıştır. Aksi halde zaman sayacı bir artırılır (T = T + 1) ve bu değişiklik UİK da gözönüne alınır.

Yöntemin burasında bir uyarıda bulunmak gerekmektedir. UİK ya yeni alınan işlem kukla işlem ise (node oriented serimlerde bu söz konusu değildir - O.Y.) T'yi artırmadan önce bu işlemin atanması ve onu izleyen işlemlerin UİK ya alınması gerekir.

3. ÇIKTILAR VE ELEŞTİRİSİ

Kukla işlemler üzerine yukarda belirtilen uyarıya uyulduğunda dengeleneden sonraki yatırım süresi 317 den 299 a düştüğü gözlenmiştir. Bunun elde edilen bir kazanç olmayıp yalnızca kukla işlemlerden kaynaklanan küçük bir şakanın düzeltilmesi olduğuna dikkat edilmelidir.

Tablo 1 serimdeki kaynaklardan işgücüne ait olanının profil eğrisini, Tablo 2 kukla işlemlerin etkisi gözönüne alınmadığında, Tablo 3 ise bu uyarı dikkate alındığı haldeki işçi - süre profil eğrisini göstermektedir. Tablo 4, 5 ve 6 da bu hallere ait aylık kaynak kullanımları verilmiştir.

Burada malzemenin depolanabilir bir kaynak olma özelliğine tekrar dikkat çekmekte yarar vardır. Bu nedenle malzemenin kısıtını günlük almayıp, belirli aralıklarla temin edilen bu kaynağın kullanıldıkça azalan bir kısıt sergilediğini bilmek gerekmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. AHUJA, H.N. and ARUNACHALM, V., Risk evaluation in resource allocation, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 110, No.3, pp 324-336, September 1984.

2. ARDITI, D., Diffusion of network planning in construction, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 109, No. 1, pp. 1-12, March 1983.

3. BANAR, S., İnşaat Yatırımlarında Sınırlı Kaynak Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 106 s, Ocak 1987 (Yayımlanmamış).

4. BURSAL, N., Maliyet Muhasebesi Prensipleri ve Tatbikatı, Yalkın Ofset, 442 s, İstanbul, 1968.

5. DAVIS, E.W., Resource allocation in project network models-A survey, The Journal of Industrial Engineering, Vol. XVII, No.4, pp. 177-188, April 1966.

6. DAVIS, E.W., Project scheduling under resource constraints-Historical review and categorization of procedures, AIIE Transactions, Vol. 5, No.4, pp. 297-313, December 1973.

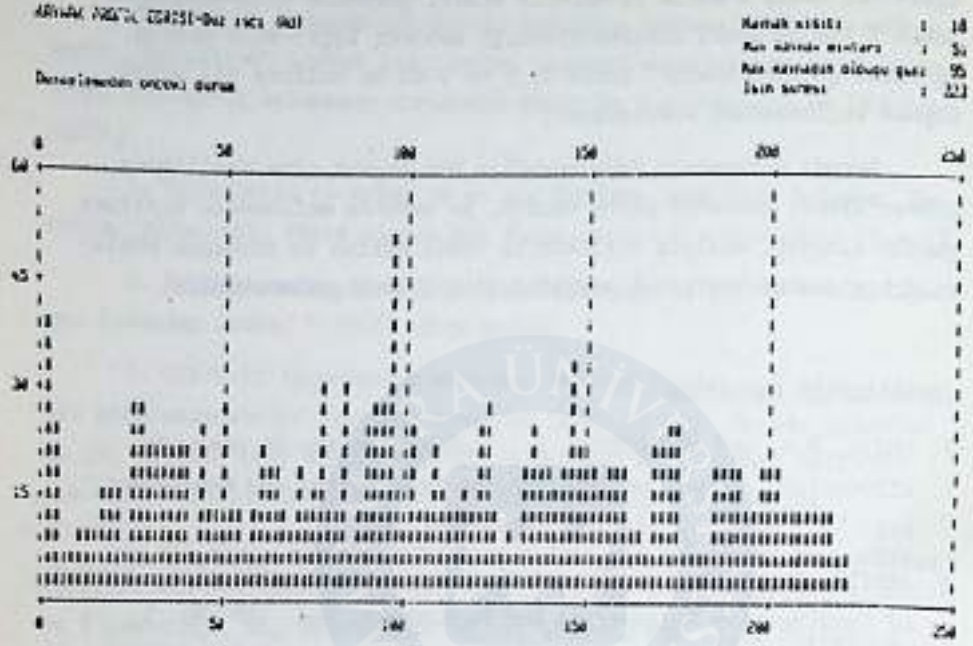
7. JAAFARI, A., Criticism of CPM for project planning analysis, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 110, No. 2, pp. 222-233, June 1984.

8. MODER, J.J. and PHILLIPS, C.R., Project Management with CPM and PERT, Reinhold, 1964.

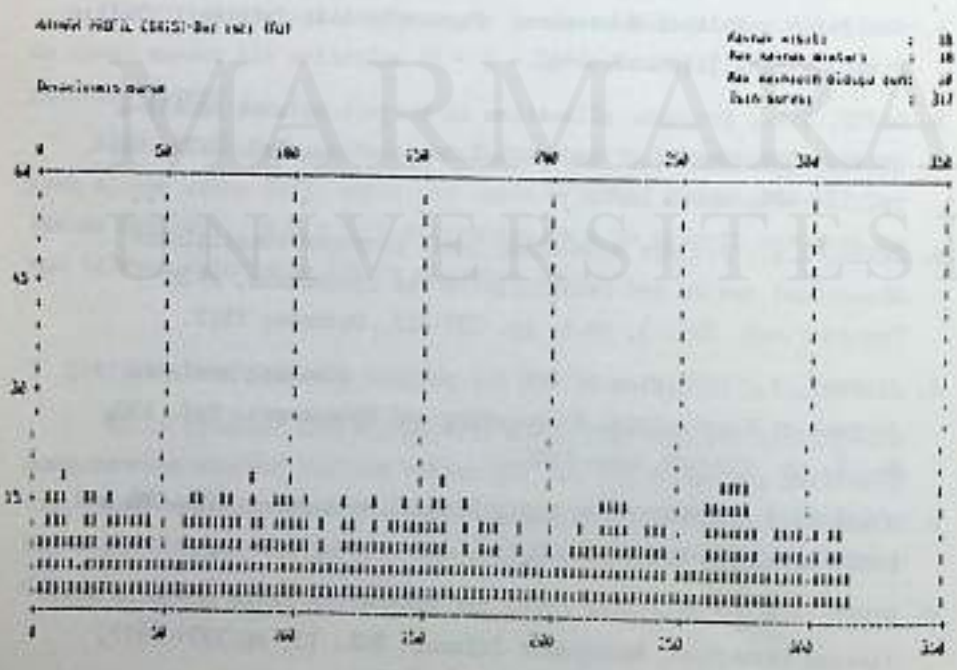
9. WIEST, J.D., A heuristic model for scheduling large projects with limited resources, Management Science, Vol. 13, pp.B359-B377, February 1967.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 1: Dengelemeden önceki profil eğrisi

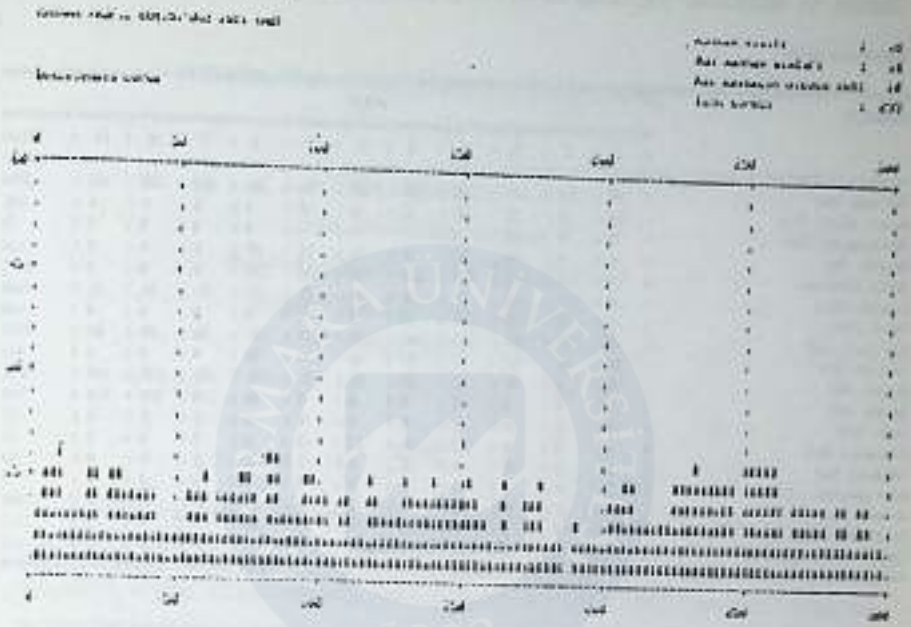


Tablo 2: Kukla işlem düzeltmesi yapılmazsa profil eğrisi



MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 3: Düzeltme yapıldığında profil eğrisi



Tablo 4: Dengelemeden önceki aylık kaynak kullanımları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 5: Düzeltme yapılmazsa aylık kaynak kullanımları

Dengelenmiş durum

Kaynaklar	Aylar												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOPLAM
Dış satış (Ton)	182	342	429	372	486	328	254	304	328	372	462		3744
Demirli satışı (Ton)	68	32	32	32	16	16	0	0	0	0	0		196
Beton satışı (Ton)	0	24	24	8	4	4	4	0	0	0	0		70
Bunarcı (Ton)	0	0	18	26	48	28	24	27	0	0	0		143
Tuğla (1100 Ad)	0	0	297	429	378	462	366	293	0	0	0		2517
Çimento (Ton)	0	165	133	79	52	68	58	39	24	34	24		666
Demir (Ton)	24	8	28	28	18	0	0	0	0	0	0		140
Kum çakıl (kg)	0	735	686	308	282	252	217	157	70	69	60		2706
Kalıpçı (Ad)	96	24	82	42	64	52	24	45	0	0	0		447
Sıvacı (Ad)	0	0	56	88	56	96	184	196	136	220	120		1092
Boyacı (Ad)	0	0	0	0	0	0	0	54	194	210	110		568
Camcı (Ad)	0	0	0	0	0	0	0	4	15	0	0		19
Doğramacı (Ad)	0	0	0	15	11	17	13	6	5	0	0		81
Tamirci (Ad)	0	0	0	0	12	0	4	7	0	0	0		23
Kalıp makinası (Ad)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5
Amortis (0,1 Ad)	468	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0		506
Ağırlıkma satışı (Ad)	0	0	0	0	84	0	28	49	0	0	0		161
Tamirci satışı (Ad)	0	0	0	0	12	0	4	7	0	0	0		23

Tablo 6: Düzeltme yapılırsa aylık kaynak kullanımları

Kaynaklar	Aylar												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOPLAM
Dış satış (Ton)	207	342	429	372	486	328	254	304	328	372	462		3744
Demirli satışı (Ton)	32	68	32	32	16	16	0	0	0	0	0		196
Beton satışı (Ton)	0	32	16	8	4	8	0	0	0	0	0		70
Bunarcı (Ton)	0	0	18	26	48	28	24	27	0	0	0		143
Tuğla (1100 Ad)	0	0	297	429	378	462	366	293	0	0	0		2517
Çimento (Ton)	0	165	133	79	52	68	58	39	24	34	24		666
Demir (Ton)	24	8	28	28	18	0	0	0	0	0	0		140
Kum Çakıl (kg)	0	735	686	308	282	252	217	157	70	69	60		2706
Kalıpçı (Ad)	96	24	82	42	64	52	24	45	0	0	0		447
Sıvacı (Ad)	0	0	56	88	56	96	184	196	136	220	120		1092
Boyacı (Ad)	0	0	0	0	0	0	0	54	194	210	110		568
Camcı (Ad)	0	0	0	0	0	0	0	4	15	0	0		19
Doğramacı (Ad)	0	0	0	15	11	17	13	6	5	0	0		81
Tamirci (Ad)	0	0	0	0	12	0	4	7	0	0	0		23
Kalıp makinası (Ad)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5
Amortis (0,1 Ad)	468	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0		506
Ağırlıkma satışı (Ad)	0	0	0	0	84	0	28	49	0	0	0		161
Tamirci satışı (Ad)	0	0	0	0	12	0	4	7	0	0	0		23

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

YATIRIMLARDA SÜRE-MALİYET OPTİMİZASYONU

İlker Özdemir
Anadolu Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
ESKİŞEHİR

ÖZET

CPM ile bir yatırımın planlanmasının en önemli problemlerinden birisi de yatırımın en az giderli sürede gerçekleştirilmesidir. Projenin uygun işlemlerinin sürelerinin kısaltılması yoluyla yapılan bu optimizasyonda direkt işçilik giderleri artarken endirekt giderler azalmakta, bu gider artış ve azalışlarının eşit olduğu nokta en az giderli yatırım süresini vermektedir.

Endirekt değişken ve direkt giderlerin toplamından oluşan "Toplam Üretim Giderleri" eğrisinin minimum noktasının belirlenmesi için kullanılan algoritmalardan birisi de serimlerde akım problemine dayanan time-cost trade-off algoritmasıdır. Burada bu algoritmanın tanıtılmasına çalışılacak ve bu konuda hazırlanan bir bilgisayar programı verilecektir.

1. GİRİŞ

Burada, en az giderli yatırım süresinin bulunması konusunda yapılan çalışmalar anlatılacak ve bir yazılım verilecektir. Bu çalışmalarda serimlerde akım esasına dayanan Out-off Kilter algoritması anlatılacaktır. Eğer bir projede kullanılması düşünülen kaynaklar (-ki bunlar işgücü, makine-ekipman, para, malzeme, v.b. olabilir-) kısıtlı değil ve bu kaynakları daha çok kullanmak yoluyla proje tamamlanma süresini kısaltıp, bunun getireceği maliyet artışıyla ilgileniyorsak o zaman problemimiz bir süre/maliyet analizi problemi haline gelmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Proje giderleri ve teslim süresi arasındaki fonksiyonel ilk formülasyonu Kelley vermiştir [10], [11]. Ford and Fulkerson'un serim akış algoritmasını [8] kullanan Kelley ve Walker parametrik doğrusal programlama formülasyonunu esas almışlardır. Proje gider eğrisi kavramına diğer ilk ve farklı yaklaşımlardan birisinde de süre-gider fonksiyonları içbükey, sürekli, artmayan, bağımsız fonksiyonlar olarak alınmış, süre ve giderin her ikisinin de sonsuz uzayabildiği kabul edilmiştir [5]. Bu fonksiyonların içbükey olmayıp diğer şekillerde işlem fonksiyonlarına da sahip olabileceği de savunulmuş [7], benzer fikre sahip bazı öneriler de getirilmiştir [1]. Sınırsız işlem fonksiyonları kullanılması gibi farklı bir yaklaşımda tamsayılı doğrusal programlama teknikleri önerilmiş [12], Jewell tarafından da bir matematik programlama yaklaşımında bulunulmuştur[9]. Süre-gider eğrileri eğimleri ile ilgili olarak tüm serim düğümleri arasında dengeleme yapan bir çalışma Berman'a aittir [3].

Antill ve Çetmeli sezgisel sıkıştırma yöntemleri tanımlamışlar [2], [6], Moder and Phillips ve Phillips and Diaz, Ford ve Fulkerson'un akış yönteminden yararlanarak Out-off Kilter algoritması geliştirmişlerdir [13], [14]. Ford ve Fulkerson'un tanımladığı bu yöntem bulgusal (heuristic) olmayıp kesin bir çözüm vermektedir. Bu çözüm diğer analitik yöntemlerden daha kısa zamanda sonuca ulaşması ve bilgisayarlarda az yer kaplaması bakımından ilgi çekicidir. Yöntemin güzel bir açıklaması [15] de görülebilir.

2. YÖNTEM

Kaynak kullanım tekniklerinden biri olan süre-maliyet optimizasyonunda (time-cost trade-off) amaç, daha önce de belirtildiği gibi üretimde ya da yatırımda (projede) en az giderli üretim ya da tamamlanma süresinin bulunmasıdır. Yöntemde kullanılan gidere ilişkin kavramlar şöyle açıklanabilir [4], [16].

1. Üretim giderleri
   - 1.1. Direkt giderler
     - 1.1.1. Direkt malzeme giderleri
     - 1.1.2. Direkt işçilik giderleri
   - 1.2. Endirekt giderler
     - 1.2.1. Endirekt değişken giderler
     - 1.2.2. Endirekt sabit giderler

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. Ticari giderler
   2.1. Yönetim giderleri
   2.2. Satış giderleri

Direkt malzeme giderleri yatırımın süresine bağlı değildir. Süre artsa da azalsa da yatırımda aynı malzeme kullanılacaktır. Projenin süresi ile direkt işçilik arasında ise ters yönde bir ilişki vardır.

Endirekt giderlerin sabit ya da değişken olması giderin zamanla değişimine bağlıdır. Değişken endirekt giderler zamanla aynı yönde değişmektedir. Bu değişim direkt işçilikteki değişimle bir en küçük değeri oluşturur ki bu değer yatırım giderinin en az olduğu değerdir. Buna karşı gelen süre de en uygun yatırım süresi olmaktadır (Şekil 1). İşlem süresini gider artışı yapmadan kısaltmak mümkündür.

- Ekip büyüklüğünü artırmak, (bir ekipte beş yerine yedi işçi çalıştırmak, v.s.). İşyeri boyutlarıyla sınırlıdır.

- Ekip sayısını artırmak, (bir ekip yerine iki ya da daha fazla ekip kullanmak). Bu çözümde de işyeri boyutları kısıt teşkil eder.

Doğrusal olmayan biçimde üretim direkt giderlerini artışını ortaya çıkaran, süre kısaltıcı çözümler de şunlardır:

- Aynı ekibe fazla mesai yaptırmak, (günlük sekiz saatlik çalışma süresinin üzerinde çalışma yaptırmak). Bu da fazla ödemeyi gerektirir.

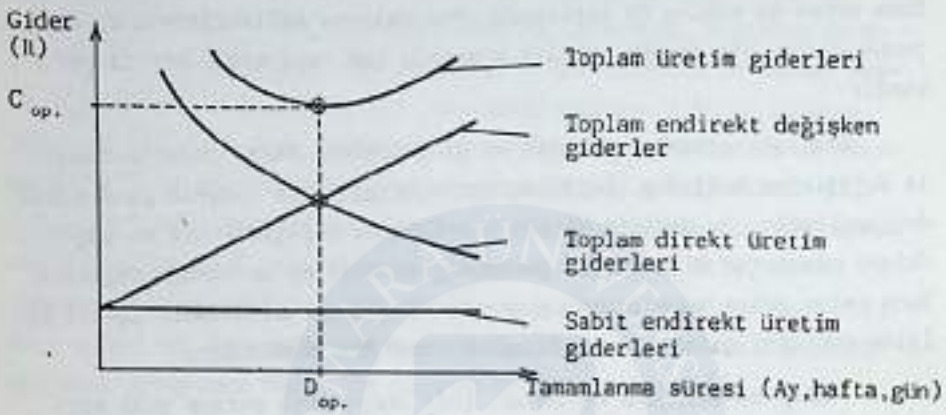
- Ekiplere fazla vardiya yaptırmak (birden fazla günlük çalışma guruhu oluşturmak).

- İşleri parça sayısı hesabıyla işyeri dışında yaptırmak,

- Standart üzeri üretimde bulunan ekibe prim vermek. Bu çözümde üretimin hızı kısıt teşkil eder, ayrıca gideri büyük ölçüde arttırır. Direkt hammadde (malzeme) giderlerinin süreye bağlı olarak artması ya da azalması söz konusu değildir).

Endirekt üretim giderleri de üretimin bünyesine doğrudan yükleyemediğimiz veya ölçülmesi, analizi yapılamayan direkt giderler olup bir kısmı sabit bir kısmı ise üretim miktarı ya da süreyle değişmektedir (Kırtasiye, aydınlanma, bekçinin aylığı, işveren sigorta primleri, depo kiraları, v.b.).

Bu değişkenlik, maliyet muhasebesinde üretim miktarıyla, şebeke planlamalarında ise süreye bağlı olmaktadır. Yukarıdan beri anlatılanların grafik gösterimi özet olarak (Şekil 1) de verilmektedir.



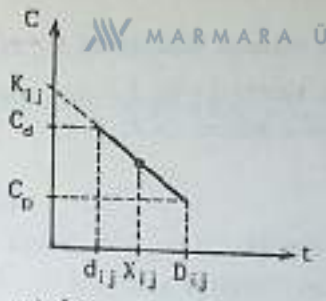
Şekil 1: Optimum giderli tamamlanma süresinin bulunması

Bu grafiğin oluşturulmasından amaç, en az gideri veren yatırım süresini bulmaktır. Grafikte enflasyonun ve belirsizliklerin gözönüne alınmadığına dikkat edilmelidir. Ayrıca endirekt giderlerin doğrusal olmayabileceği de düşünülmelidir.

Şekil 2a'da gösterilen, normal bir işlemin direkt işçilik giderinin süre-maliyet grafiği doğrusal olarak değişebileceği gibi aşağıdaki şekillerde de değişim gösterebilmektedir (Şekil 2b,c,d,e). Bu durum her zaman süredeki değişimin giderde aynı oranda bir değişim meydana getirmemesinden kaynaklanmaktadır. Gerçekte karşılaşılan modeller de bunlardan birisine benzemektedir.

Yukarıda bahsedilen optimizasyon işlemini gerçekleştirebilmek için CPM şebeke akış algoritması, kullanılmaktadır. Temelde Out-off Kilter algoritmasının bir uygulaması olan şebeke akım algoritması (flow algorithm) yönteminde amaç şebeke işlemleri arasından bu işlem kapasitelerine bağlı olarak başlangıç düğümünden bitişe en büyük akımın gönderilebilmesidir. Yöntemin kısaca tanıtımı şöyle yapılabilir; i ve j yatırım şebekemizin herhangi iki düğümü ve bunları birleştiren ayrıt (ok) da işlemin özelliklerini tanımlayan parametreleri içeren bir akım yolu kesimi olsun.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

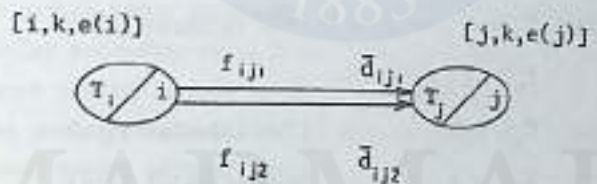


a) İşlem süre-gider değişimi



b) İçbükey c) Dışbükey d) Karmaşık e) Süreksiz

Şekil 2: İşlem zorlama eğrileri



$e(i)$: Düğüme gelen akım miktarı

$k^{\mp}$: Akımın geldiği yol ve yön
$(k = \mp 1, \mp 2)$

i : Akımın geldiği düğüm

S_1, S_2 : Düğümlerin işaretlenme durumlarına göre ayrıt kümeleri

Δ_1, Δ_2 : S_1 ve S_2 deki enküçük $|d_{ij_k}|$ değerleri

$\Delta = \min(\Delta_1 \vee \Delta_2)$

τ : İlk proje süresi

$D_{ij}, (d_{ij})$: Normal, (zorlanmış) süre

T_i, T_j : Düğümlerin erken tamamlanma zamanları

f_{ij1} : Ayrıtın birinci yolundan geçen akım miktarı

f_{ij2} : Ayrıtın ikinci yolundan geçen akım miktarı

C_{ij1} : Ayrıtın birinci yolunun kapasitesi $(= C_{ij})$

C_{ij2} : Ayrıtın ikinci yolunun kapasitesi ($=\infty$)

d_{ij1} : Ayrıtın normal süresi ($= D_{ij}$)

d_{ij2} : Ayrıtın zorlanmış süresi ($= d_{ij}$)

$\bar{d}_{ij1} = T_i + d_{ij1} - T_j$

$\bar{d}_{ij2} = T_i + d_{ij2} - T_j$

C_{ij} : Birim zorlama bedeli

K_{ij} : C_{ij} nin ordinatı kestiği yer

X_{ij} : İşlemin gerçekleşme süresi ($d_{ij} \leq X_{ij} \leq D_{ij}$)

Problemin matematiksel modeli:

$$C_{ij} = \frac{-(C_d - C_D)}{D_{ij} - d_{ij}}$$

$$C = -C_{ij} \times X_{ij} + K_{ij}$$

Amaç fonksiyonu $Z_{min} = \sum_i \sum_j (K_{ij} - C_{ij} \times X_{ij})$

veya $Z_{max} = \sum_i \sum_j C_{ij} \times X_{ij}$

Kısıtlayıcılar $T_i + d_{ij} - T_j \leq 0$ (Tüm işlemler için)

$T_N - T_1 \leq \tau$

$X_{ij} \leq D_{ij}$ (Tüm işlemler için)

$X_{ij} \geq d_{ij}$ (Tüm işlemler için)

Algoritmanın özünü teşkil eden, akım gönderme yöntemi formüle edilirse,

k^+ için $e(j) = \min [e(i) \; V \; C_{ijk} - f_{ijk}]$ (ok yönünde akım varsa)

k^- için $e(i) = \min [e(j) \; V \; f_{ijk}]$ (tersi yönde akım varsa)

İki düğüm arasında kapasitenin uygun olmaması nedeniyle akım gönderilememesi durumunda oluşturulacak akım kümeleri ise;

$S_1 = [(ijk) \mid i$ işaretli, j işaretsiz, $\bar{d}_{ijk} < 0]$, $\Delta_1 = \min \; [-\bar{d}_{ijk}]$

$S_2 = [(ijk) \mid i$ işaretsiz, j işaretli, $\bar{d}_{ijk} > 0]$, $\Delta_2 = \min \; [\bar{d}_{ijk}]$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Algoritmanın adımları:

1. T_i değerleri (düğümlerin erken tamamlanma zamanları) bulunur.
2. $\bar{d}_{ijk}$ lar bulunur.
3. Düğümler işaretlenir.
   3.1. Bitiş düğümü işaretleniyor ise, akım sonsuz değilse ve toplam zorlama bedeli < endirekt değişken gider azalışı ise akım yolu bulunur. f_{ijk} değerleri değiştirilir. İkinci adıma dönülür.
   3.2. Bitiş düğümü işaretlenemiyor ise S_1, S_2 kümeleri oluşturulur. Buradan Δ_1, Δ_2 ve Δ değerleri bulunur. İşaretlenemeyen düğümlerde T_i değerleri Δ kadar azaltılır. İkinci adıma dönülür.
   3.3. İşlem biter.

3. SONUÇ

Yatırım girdilerindeki süratli artış, üretim maliyetlerindeki hızlı tırmanış günden güne enflasyon karşısında yapım ve teslim sürelerinin çok daha kısa tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu konuda eskiden olduğu kadar günümüzde de oldukça yoğun çalışmalar yapılmakta, çareler aranmakta ve modeller geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu durumun ileride de çok büyük önem arzedeceğini tahmin etmek ve söylemek yanlış olmayacaktır. Konuya ilişkin bir bilgisayar programı çalışmanın sonuna eklenmiştir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. ALPERT, LEWIS, and ORKAND, D.S., A Time Resource Trade-off Model for Aiding Management Decisions, Operations Research, Inc., Technical Paper No. 12, Silver Spring, Maryland, 1962.
2. ANTILL, J.M. and WOODHEAD, R.W., Critical Path Methods in Construction Practice, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1970.
3. BERMAN, E.B., Resource Allocations in a PERT Network Under Continuous Time-Cost Functions, Management Science, Vol. 10, No: 4, pp. 734-745, July, 1964.
4. BURSAL, N., ve ERCAN, Y., Maliyet Muhasebesi, Avcıol Matbaası, İstanbul, 1986.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

5. CLARK, C.E., The Optimum Allocation of Resources Among the Activities of a Network, Journal of Industrial Engineering, Vol. XII, No: 1, pp. 11-17, Jan.-Feb., 1961.

6. ÇETMELİ, E., Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metotları, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1972.

7. DOD and NASA Guide, PERT/Cost, Office of the Secretary of Defense and National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C., 1962.

8. FULKERSON, D.R., A Network Flow Computation for Project Cost Curves, Management Science, Volume 7, pp. 167-178, 1961.

9. JEWELL, W.S., Risk-Taking in Critical Path Analysis, Management Science, Vol. II, No: 3, pp. 438-443, Jan., 1965.

10. KELLEY, J.E., JR., and WALKER, M.R., Critical Path Planning and Scheduling, 1959 Proceeding of the Eastern Joint Computer Conference.

11. KELLEY, J.E.,JR., Critical-Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis, Operations Research, Volume 9, No: 3, pp. 296-320, 1961.

12. MEYER, W.L., and SHAFFER, L.R., Extensions of the Critical Path Method Through the Application of Integer Programming, Department of Civil Engineering, University of Illinois, July, 1963.

13. MODER, J.J., and PHILLIPS, C.R., Project Management with CPM and PERT, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1970.

14. PHILLIPS, D.T. and GARCIA DIAZ, A., Fundamentals of Network Analysis, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1981.

15. WHITEHOUSE, G.E., Systems Analysis and Design Using Network Techniques, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1973.

16. YÜKSEL, O., Bilimsel Modellerin Serimlerle (Network) Geliştirilmesi ve Analizi Seminer Notları, MPM, Ankara, 1983.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. İSTATİSTİKİ YÖNTEMLER VE KALİTE KONTROLU

XI. I. *Asimptotik Göreli Etkinlik* XI-1
Ar. Grv. HAYDAR ŞENGÜL, Doç. Dr. SÜLEYMAN GÜNAY, İstatistik Bölümü, Fen Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara.

XI. II. *Yatırım Kararlarında Risk Kriteri Olarak Varyans ve Semivaryans* XI-13
Dr. AHMET ORKAN, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

XI. III. *Log-Normal Fayda Fonksiyonu ve İhale Fiyatlandırmaları İçin Bir Karar Modelinde Uygulaması* XI-23
Dr. AHMET ORKAN, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

XI. IV. *Ülkemizde Başlıca Gazetelerin Sahip Oldukları Okurların Çeşitli Faktörler İtibariyle Ayrılması* XI-39
Dr. BÜLENT AYYILDIZ, İktisadi ve İdari Bilimler Üniversitesi, Ziverbey, İstanbul.

XI. V. *Kalite Kontrol Simülasyonu* XI-63
Ar. Grv. SEÇKİN POLAT, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul, MUSTAFA ÖZPINAR, Nasaş Al. San. A. Ş., Gebze, Kocaeli.

XI. VI. *Mamul Kontrol Güvenilirliği* XI-71
Dr. MESUT KUMRU, E. C. A. Elginkan Topluluğu, Bimel A. Ş., K. Maltepe, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

ASİMPTOTİK GÖRELİ ETKİNLİK

Araş.Gör. Haydar Şengül - Doç. Dr. Süleyman Günay
H.Ü. Fen Fakültesi İstatistik Bölümü
Beytepe / ANKARA

ÖZET:

Birbirinden farklı iki test istatistiğinin performansını karşılaştırmak için çok sayıda karşılaştırma yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında en genel olanı belli bir seçenek hipotez söz konusu olduğunda güç işlevini kullanarak yapılan karşılaştırmalardır. Ancak örneklem genişliği sonsuza yaklaşırken güç işlevinin değeri bire eşit olduğundan bu yolla yapılan karşılaştırmalar anlamlı olmamaktadır. Karşılaştırmaların anlamlı olması için güç işlevini kullanmak yerine, herhangi bir seçenek altında belli bir güce ulaşmak için α - düzeyli testlerin gerek duyduğu örneklem genişliklerini karşılaştırmak yoluna gidilmiştir. Böylece göreli etkinlik kavramı geliştirilmiş ve hesaplamaların daha kolay olması amacıyla asimptotik bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu çalışmada asimptotik göreli etkinlik kavramı verilmiş ve bir ve iki örneklem konum problemlerine uygulanması ele alınmıştır.

1. GİRİŞ

Aynı istatistiksel hipoteze ilişkin aynı genişlikte iki test verildiğinde ikinci testin birinci teste göre göreli etkinliği n_1/n_2 oranı yardımıyla bulunur. Belli bir seçeneğe göre n_1 örneklem genişliği kullanıldığında birinci test yardımıyla ulaşılan güce ulaşmak için gerek duyulan ikinci teste ait örneklem genişliği n_2'dir.

T.C.
Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümantasyon
Daire Başkanlığı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

n_1/n_2 oranı genellikle seçilmiş olan seçeneğe bağlıdır. Ancak asimptotik durumda bu bağlılıktan kaçınılabilir. Gözlem sayısı yeteri kadar büyük olduğunda sabit bir seçeneğe göre güç işlevinin değeri bilindiği gibi 1'dir. Bu nedenle bir testi diğerine yeğlemek için güç anlamlı bir ölçüt olmamaktadır. Örneklem genişliği sonsuza yaklaşırken, sözkonusu test istatistiklerinin gücü 1'den daha küçük bir sayıya yakınsamayacak biçimde örneklem genişliğine göre değişen seçenekler tanımlanak olanaklıdır. O halde, ikinci test yönteminin birinci test yöntemine göre asimptotik etkinliği kavramını tanımlamak oldukça yararlı olacaktır [3], [8].

2. Asimptotik Göreli etkinliğin Kuramsal Temelleri

Ω parametre uzayı ve $W \subset \Omega$ olmak üzere, $H_o: \theta \in W$ yokluk hipotezini $H_1: \theta \in \Omega - W$ seçenek hipotezine karşı test etmek için gerekli olan ve n gözlem içeren iki test istatistiği T_n ve T_n^* olsun. P_w güç olmak üzere T_n ve T_n^* test istatistiklerinin $\forall \theta \in \Omega - w$ için

$$\lim_{n\to\infty} P_w\left[T_n(\theta)\right] = 1 \quad \text{ve} \quad \lim_{n\to\infty} P_w\left[T_n^*(\theta)\right] = 1$$

eşitliğini sağladıkları, başka bir deyişle tutarlı test istatistikleri olduğu varsayılmaktadır. θ_o, w'nın ve geriye kalan parametrelerde $\Omega - w$'nın elemanı olmak üzere, Ω parametre uzayının bir alt kümesi $\{\theta_o, \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n, \ldots\}$ olsun. $\lim_{n\to\infty} \theta_n = \theta_o$ olduğu varsayılmaktadır. Her θ_i, test istatistiğine ilişkin bir olasılık dağılımını belirtiyorsa, n sonsuza yaklaşırken seçenek dağılımın yokluk hipotezine ilişkin dağılıma daha yakın olduğu söylenebilir. Bu koşullar altında, T'nin T^*'a göre asimptotik göreli etkinliğini aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz. [7].

Tanım.

Test istatistiklerinin tümünün anlamlılık düzeyi α olmak üzere, iki test istatistiği dizisi T_n ve T_n^* olsun. $\{n_i\}$ ve $\{n_i^*\}$,

$$\lim_{i\to\infty} P_w\left(T_{n_i} \mid \theta = \theta_i\right) = \lim_{i\to\infty} P_w\left(T_{n_i}^* \mid \theta = \theta_i\right) = \gamma$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

olacak biçimde, monoton artan iki pozitif tamsayı dizisi olsun. γ, sıfır ya da bir değerini almamaktadır. Sözkonusu limit varsa ve her $\{n_i\}$ ve $\{n_i^*\}$ dizisi için sabitse, T testinin T^* testine göre asimptotik göreli etkinliği (ARE),

$$ARE(T, T^*) = \lim_{i \to \infty} \frac{n_i^*}{n_i}$$

olarak tanımlanır.■

Başka bir deyişle örneklem genişliği sonsuza ve seçenek hipotezler dizisi θ_o'a yaklaştığında ve her iki testin anlamlılık düzeyi aynı kaldığında ARE, sırasıyla T ve T^* testlerine ilişkin bir ve aynı γ gücünü elde etmek için gerekli olan örneklem genişliklerinin ters oranıdır. O halde ARE, asimptotik ve yerel bir güç etkinliği ölçümüdür. Hipotezler dağılımlara ilişkin olduğunda da aynı tanım geçerli olur.

$H_o : \theta = \theta_o$ yokluk hipotezini $H_1 : \theta > \theta_o$ seçeneğine karşı test etmek için gerekli olan α genişliğindeki testler T_n ve T_n^* olsun. T_n ve T_n^* testlerinin red bölgeleri, sırasıyla

$$T_n \in R, \quad t_n \geq t_{n,\alpha} \quad \text{için}$$

ve

$$T_n^* \in R^*, \quad t_n^* \geq t_{n,\alpha}^* \quad \text{için}$$

biçimindedir. $t_{n,\alpha}$ ve $t_{n,\alpha}^*$,

$$P(T_n \geq t_{n,\alpha} \mid \theta = \theta_o) = \alpha$$

$$P(T_n^* \geq t_{n,\alpha}^* \mid \theta = \theta_o) = \alpha$$

olasılıkları sağlanacak biçimde seçilirler. T_n testine ilişkin düzenlilik varsayımları aşağıdadır. T_n^* testinin düzenlilik varsayımları da benzer biçimde yapılabilir. [1], [5], [6].

1) $d \Sigma (T_n)/d\theta$ vardır, $\theta = \theta_o$ olduğunda sıfırdan farklıdır ve θ_o'da süreklidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2) $$\lim_{n\to\infty} \frac{dE(Tn)/d\theta \;\big|\; \theta=\theta o}{\sqrt{n}\,\sigma(Tn) \;\big|\; \theta=\theta o} = C$$

eşitliği sağlanacak biçimde bir pozitif c sabiti vardır.

3) Bir $d>0$ sabiti için aşağıdaki eşitlikler sağlanacak biçimde bir $\{\theta n\}$ seçenekler dizisi vardır :

$$\theta n = \theta o + d \,/\, \sqrt{n}$$

$$\lim_{n\to\infty} \frac{d\,E(Tn)/d\,\theta \;\big|\; \theta=\theta n}{dE(Tn)/d\theta \;\big|\; \theta=\theta o} = 1$$

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\sigma(Tn)\big|\theta=\theta n}{\sigma(Tn) \;\big|\; \theta=\theta o} = 1$$

4) $$\lim_{n\to\infty} P\left[\frac{Tn-E(Tn) \;\big|\; \theta=\theta n}{\sigma(Tn) \;\big|\; \theta=\theta n} \leq z \;\Big|\; \theta=\theta n\right] = \Phi(z)$$ olur.

Teorem 1.

Yukarıda verilen dört düzenlilik koşuluna göre, Tn testinin limit gücü

$$\lim_{n\to\infty} P_w(Tn \;|\; \theta = \theta n) = 1 - \beta'(z_\alpha - dc)$$

eşitliğiyle bulunur. z_α , $1-\beta'(z_\alpha) = \alpha$ eşitliğini sağlayan bir sayıdır.

Tanıt

Limit gücü,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$\lim_{n\to\infty} P(Tn \geq t_{n,\alpha}) \mid \theta=\theta_n) = \lim_{n\to\infty} P\left[\frac{Tn - E(Tn)\mid \theta=\theta_n}{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_n} \geq \frac{t_{n,\alpha} - E(Tn)\mid \theta=\theta_n}{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_n}\right]$$

$$= 1 - \phi(Z) \text{ , (4 ncü düzenlilik koşulundan)}$$

olur. Bu eşitlikte yer alan Z değeri için,

$$Z = \lim_{n\to\infty} \frac{t_{n,\alpha} - E(Tn)\mid \theta=\theta_n}{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_n} = \lim_{n\to\infty}\left[\frac{t_{n,\alpha} - E(Tn)\mid \theta=\theta_n}{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_o} \frac{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_o}{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_n}\right]$$

$$= \lim_{n\to\infty} \frac{t_{n,\alpha} - E(Tn)\mid \theta=\theta_n}{\sigma(Tn)\mid \theta=\theta_o} \text{ , (3 nü düzenlilik koşulundan)}$$

yazılabilir. $E(Tn)\mid \theta=\theta_n$'yi θ_o noktasında Taylor serisine açtığımızda,

$$E(Tn)\mid \theta=\theta_n = E(Tn)\mid \theta=\theta_o + (\theta_n - \theta_o)\frac{dE(Tn)}{d\theta}\Big|_{\theta=\theta_o} + \varepsilon$$

eşitliğini elde ederiz. 3ncü düzenlilik koşulundan dolayı $\lim_{n\to\infty} \varepsilon = 0$ olur. Bu değeri yukarıda ulaştığımız Z eşitliğinde yerine koyduğumuzda,

$$Z = \lim_{n\to\infty}\left\{\frac{t_{n,\alpha} - E(Tn)\mid \theta=\theta_o}{\sigma(Tn)\mid_{\theta=\theta_o}} - \frac{(\theta_n-\theta_o)\left[dE(Tn)/d\theta\right]\mid_{\theta=\theta_o} - \varepsilon}{\sigma(Tn)\mid_{\theta=\theta_o}}\right\}$$

$$= \lim_{n\to\infty}\left[\frac{t_{n,\alpha} - E(Tn)\mid \theta=\theta_o}{\sigma(Tn)\mid_{\theta=\theta_o}}\right] - d.c \text{ , (2. ve 3. düzenlilik koşulundan)}$$

$$= Z_\alpha - dc$$

olur. $t_{n,\alpha}$, α genişliğindeki kritik değerse, 4 cü koşul yardımıyla aşağıdaki sonuç elde edilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$\alpha = \lim_{n\to\infty} P(Tn \geq t_{n,\alpha} \mid \theta=\theta_o) = \lim_{n\to\infty} P\left[\frac{Tn-E(Tn) \mid \theta=\theta_o}{\sigma(Tn) \mid \theta=\theta_o} \geq \right.$$

$$\left. \frac{t_{n,\alpha} - E(Tn) \mid \theta=\theta_o}{\sigma(Tn) \mid \theta=\theta_o} \right] = 1 - \Phi(Z_\alpha).$$

Teorem 2.

Yukarıdaki dört düzenlilik koşulunu sağlayan iki test Tn ve T_n^* ise, T'nin T^*'a göre ARE'si,

$$ARE(T,T^*) = \lim_{n\to\infty} \left[\frac{dE(Tn)/d\theta \mid \theta=\theta_o}{dE(T_n^*)/d\theta \mid \theta=\theta_o} \right]^2 \cdot \frac{\sigma^2(T_n^*) \mid \theta=\theta_o}{\sigma^2(Tn) \mid \theta=\theta_o} \qquad (1)$$

eşitliğiyle bulunur. ■

Düzenlilik koşulları sağlandığında, (1) eşitliği yardımıyla, ARE, n sonsuza yaklaşırken iki niceliğin oranının limiti olarak yorumlanabilir :

$$ARE(T,T^*) = \lim_{n\to\infty} \frac{\mathcal{C}(Tn)}{\mathcal{C}(T_n^*)} . \qquad (2)$$

$\theta=\theta_o$ yokluk hipotezini test etmek için kullanılan Tn test istatistiğinin etkisi (efficacy), e(Tn) ile gösterilir ve

$$e(Tn) = \frac{\left[dE(Tn)/d\theta \right]^2}{\sigma^2(Tn) \mid \theta=\theta_o} \qquad (3)$$

ile bulunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Teorem 3.

Red bölgesi,

$$T_n \in R \ , \quad t_n \geq t_{n,\alpha_1} \text{ ya da } t_n \leq t_{n,\alpha_2} \text{ için}$$

biçiminde olan her iki test iki yanlıysa, Teorem 2'deki önerme yine geçerli olur. Testin genişliği yine α'olur ve T_n^* için uygun bir red bölgesi aynı α_1 ve α_2 ile tanımlanır. Seçenek hipotez de, $H_1: \theta \neq \theta_0$ da olduğu gibi iki yanlıdır. ■

Görüldüğü gibi, Teorem 2 ile ulaşılan ARE sonucu α ve β niceliklerinden bağımsızdır. Bu nedenle düzenlilik koşulları sağlandığında ARE, güç etkinlik ölçütünün taşıdığı olumsuzluklardan arınmış olur. Ancak sadece örneklem genişliğinin sonlu olduğu ya da yokluk hipotezinin komşuluğunda olmayan seçenek hipotezlerin bulunduğu durumda etkinlik için kullanılan bir yaklaşımdır [2], [6], [8].

3. Etki ve ARE'nin Hesaplanmasına İlişkin Örnekler

A. Bir örneklem ve ikili (paired)- örneklem problemleri

Bir-örneklem ve ikili-örneklem problemlerinde yokluk hipotezi kitle ortancasının ya da eşler arası farklara ilişkin kitle ortancasının değeriyle ilgilidir. Bu durum dağılım modeli

$$F_X(x) = F(x-\theta) \qquad (4)$$

olan bir-örneklem konum problemi olarak adlandırılabilir. F, ortancası sıfır olan sürekli bir dağılım işlevidir. Fx'in ortancası θ olduğundan model, bir ve iki-yanlı seçeneklere karşı

$$H_0 : \theta = 0$$

yokluk hipotezini gerektirir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

θ, Fx'in hem ortalaması hem de ortancası olduğu için F sıfıra göre simetrik olan sürekli bir dağılımsa, bu modele ilişkin parametrik olmayan testler ortalama ya da ortalamalar arası farka ilişkin bir ya da ikili-örneklem t-testinin bir benzeri olarak düşünülebilir. Ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan bir Fx kitlesinden alınmış n genişliğindeki bir rasgele örneklem için Ho : $\mu = 0$ yokluk hipotezine ilişkin t test istatistiği,

$$T_n^* = \frac{\sqrt{n}.\,\bar{X}_n}{S_n} = \left[\frac{\sqrt{n}(\bar{X}_n - \mu)}{\sigma} + \frac{\sqrt{n}\mu}{\sigma}\right] \cdot \frac{\sigma}{S_n}$$

olur. $S_n^2 = \sum_{i=1} (x_i - \bar{x})^2/(n-1)$ biçimindedir. $\lim_{n\to\infty} (S_n/\sigma) = 1$ olduğundan, σ bilindiğinde T_n^*, Z testine denk olur. Büyük n değerleri için T_n^* 'ın momentleri,

$$E(T_n^*) = \frac{\mu\sqrt{n}}{\sigma} \quad \text{ve} \quad \text{var}(T_n^*) = \frac{n\,\text{var}(\bar{X}_n)}{\sigma^2} = 1$$

ve

$$\frac{d}{d\mu} E(T_n^*)\Big|_{\mu=0} = \frac{\sqrt{n}}{\sigma}$$

olur. (3). eşitlik kullanılarak, ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan herhangi bir Fx kitlesinden alınmış gözlemler için t-testinin büyük örneklem etkisi

$$e(T_n^*) = n/\sigma^2 \qquad (5)$$

olarak bulunur.

(4) ile verilen model Kn işaret testi istatistiği için uygun bir modeldir. Bu durumda yokluk hipotezi Ho: M = θ = 0 biçiminde olur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kn test istatistiği binom olasılık dağılımına uyduğundan, momentleri

$$E(Kn) = np \text{ ve } var(Kn) = np(1-p)$$

olur. $p = P(x > 0) = 1-Fx(0)$'dır. θ, Fx kitlesinin medyanıysa $Fx(0)$, θ'nın bir işlevi olur. Bu nedenle,

$$\frac{dp}{d\theta}\Big|_{\theta=0} = \frac{d}{d\theta}\left[1-Fx(0)\right]\Big|_{\theta=0} = \frac{d}{d\theta}\left[1-F(-\theta)\right]\Big|_{\theta=0}$$

$$= f(\theta)\Big|_{\theta=0} = f(0) = fx(\theta)$$

sonucuna ulaşılır. $\theta = 0$ olduğunda $p = 1/2$ ve $var(Kn)\Big|_{\theta=0} = n/4$ olur. O halde medyanı θ olan herhangi bir Fx kitlesinden alınan n gözlem yardımıyla işaret testinin etkisi,

$$e(Kn) = 4n\, fx^2(\theta) = 4nf^2(0) \qquad (6)$$

olur. (5) ve (6)'daki etki sonuçları herhangi bir kitleye uygulanabilir. Bu konudaki üç örnek aşağıdadır.

1. Normal Dağılım

$Fx \sim N(\theta, \sigma^2)$ olduğunda $Fx(x) = \Phi\left(\frac{x-\theta}{\sigma}\right)$ ya da $F(x) = \Phi\left(\frac{x}{\sigma}\right)$ olur. Bu nedenle $f(0) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2}$ olacaktır. (6). eşitlik yardımıyla $e(Kn) = 2n/\pi\sigma^2$ bulunur. O halde,

$$ARE(K,T^*) = 2/\pi$$

sonucuna ulaşılır.

2. Tekdüze Dağılımı

$\theta - 1/2 < x < \theta + 1/2$ olmak üzere $fx(x) = 1$ ya da $-1/2 < x < 1/2$ olmak üzere $f(x) = 1$ olacaktır. $f(0) = 1$ ve $var(x) = 1/12$'dir. Bu bilgi yardımıyla $e(Tn) = 12n$ ve $e(Kn) = 4n$ olur. O halde,

$$ARE(K,T^*) = 1/3$$

sonucuna ulaşılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. Çift Üstel Dağılım

Bu dağılım için $f_x(x) = (1/2)\lambda e^{-\lambda|x-\theta|}$ ya da $f(x)=(1/2)\lambda e^{-\lambda|x|}$ olur. Bu nedenle $f(0) = (1/2)\lambda$ ve $var(x) = 2/\lambda^2$ olacağından, $e(T_n^*) = n\lambda^2/2$ ve $e(K_n) = n\lambda^2$ olur. O halde

$$ARE(K, T^*) = 2$$

sonucuna ulaşılır.

B. İki Örneklem Konum Problemi

m ve n genişliğindeki bağımsız iki rasgele örneklem olduğunda genel konum problemi için dağılım modeli

$$Fy(x) = Fx(x-\theta)$$

biçimindedir. $H_0 : \theta = 0$ yokluk hipotezi söz konusu olduğunda herhangibir kitle için t-testinin etkisi

$$e(T_{m,n}) = \frac{m.n}{\sigma^2(m+n)}$$

olarak bulunur. Aynı durum için Mann-Whitney test istatistiğinin etkisi de

$$e(U_{m,n}) = \frac{12\ mn\left[\int_{-\infty}^{\infty} f^2(x)\,dx\right]^2}{m+n+1}$$

olur. $Fx \sim N(\mu_x, \sigma^2)$ olduğunda Mann-Whitney testinin t-testine göre ARE'si

$$ARE(U_{m,n}, T_{m,n}) = 3/\pi$$

olarak bulunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Benzer biçimde tekdüze ve çift üstel dağılımlar için sözkonusu göreli etkinlikler sırasıyla 1 ve 3/2 olarak bulunur [2].

4. Sonuç

Neyman-Pearson test kuramında istatistiksel bir testin performansı güç işlevinin yapısıyla ölçülmektedir. Gerçektende bazı durumlarda, ilgilenilen tüm seçeneklere karşı α -düzeyli tüm testler arasında gücü en büyük olan bir test vardır. Böyle bir optimal test yoksa, ya daha küçük bir testler sınıfıyla ilgilenilir (örneğin yansız testler, değişmez testler), ya başka bir optimallik ölçütü kullanılır (maximum özelliği, Bayes optimalliği v.b) ya da bu iki yaklaşım birleştirilir. Ancak birçok hipotez testi probleminde yine de bir optimal test bulunamamaktadır [5], [8].

Optimal bir test araştırma yanında olabilirlik oranı testi, X^2-testi, parametrik olmayan testler gibi farklı testleri karşılaştırmak da oldukçe yararlıdır. Bu tür testleri güç işlevi kullanarak karşılaştırmak yerine, herhangi bir seçenek altında belli bir güce ulaşmak için α-düzeyli testlerin gerek duyduğu örneklem genişliklerini karşılaştırmak daha doğaldır. Bu temele dayanarak asimptotik göreli etkinlik kavramı oluşturulmuştur. Belli bir güce ulaşmak için daha küçük bir örneklem genişliğine gereksinim duyan test herzaman yeğleneceğinden ARE oranının bir değerinden daha büyük olması istenir. Çünkü ARE, örneklem genişliklerinin ters oranıdır. Böyle bir oranı hesaplamak oldukça zor olduğundan asimptotik bir yaklaşım kullanılmıştır.

Kaynaklar

1. Andrews, F.C., Asymptotic behaviour of some rank tests for analysis of variance, Ann. Math. Statist., 25, 724-736, 1954.

2. Bahadur, R.R., Stochastic comparison of tests, Ann. Math. Statists., 31, 276-295, 1960.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. Cochran,W.G, The X^2 test of goodness of fit, Ann. Math. Statist., 23, 315-345, 1952.

4. Feller, W., An Introduction to Probability Theory and its Applications 2, Wiley, New York, 1966.

5. Frazer, D.A.S., Nonparametric Methods in Statistics, Wiley, New York, 1957.

6. Hoeffding, W. and Rosenblatt, J.P., The efficiency of tests, Ann. Math. Statist., 26, 52-63, 1955.

7. Noether, G.E., A theorem of Pitman, Ann. Math. Statist., 26, 64-68, 1955.

8. Serfling,R.J., Approximation Theorems of Mathematical Statistics, Wiley, New York, 1980.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

YATIRIM KARARLARINDA RİSK KRİTERİ OLARAK VARYANS VE SEMİVARYANS

Dr. Ahmet L. ORKAN
Marmara Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

ÖZET

Finansmanda "Dominans Prensibi" ne göre, belirsizlik altında verilen yatırım kararlarında beklenen değer kriterinin tek başına yeterli olmaması, riskin de ölçülmesi gereğini ortaya çıkartmaktadır. Riskin ölçülmesinde kullanılan Varyans ve Semivaryans daha çok parasal sonuçları küçük olan ve süreklilik arzeden alışılmış karar verme durumlarında elverişlidirler. Olasılık dağılmalarının tek modlu ve simetrik olması halinde Varyans kullanılabilirken, dağılmaların asimetrik olması halinde Semivaryans, Varyansa göre daha elverişli bulunmaktadır. Diğer durumlarda her iki dağılma ölçüsünün de karar kriteri olarak bazı sakıncaları ortaya çıkmaktadır.

GİRİŞ

Belirsizlik durumlarında kazançları maksimize etmek, maliyetleri minimize etmek, vb. gibi basit hesaplamalarla karar vermek mümkün değildir. Çünkü, kararların kazanç, maliyet, vb. gibi sonuçları kesin şekilde tahmin edilememektedir. Kararlar ortaya çıkması muhtemel bir takım sonuçlar itibariyle verileceğinden, olasılıkları da dikkate almak gerekecektir. Olasılık dağılmalarının da söz konusu edileceği bu durumlarda, beklenen değer, varyans, değişim katsayısı, vb. gibi bir takım ölçülerin kriter olarak kullanılması mümkündür. Pek çok yazar tarafından bu ölçüler itibariyle değişik kriterler ortaya atılmıştır.

Belirsizliğin söz konusu olduğu riskli bir yatırım kararında, karar probleminin çözümü için optimize edilecek amaç fonksiyon ekonomik kriterin "***Beklenen değeri***"dir. Bu şekilde, beklenen değerin yegane kriter

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

olduğu değişik yollardan ispatlanmış bulunmaktadır. Belirsizlik söz konusu olduğundan, sonuçların gerçekleşmesindeki kesinsizlik yatırım sonuçlarının beklenen değer itibariyle mukayese edilmelerini gerekli kılmaktadır. Bir karar verenin herhangi bir sonuç için matematiksel beklentisi ise, bir yatırım seçeneğinin seçilmesi halinde ortaya çıkabilecek mümkün tüm değerlerin tartılı ortalamasıdır. Buradaki tartılar da sonuç değerlerinin gerçekleşmeolasılıklarıdır.

Beklenen değer kriteri her zaman en iyi kararı vermeye imkan sağlayamaz. Bazı durumlarda, optimal beklenen değeri ortaya koyan bir seçenek sonuçta en iyi haraket tarzı olmayabilir. Örneğin, risklilik dereceleri farklı şekilde ortaya çıkan iki değişik seçeneğin aynı beklenen parasal değerle sonuçlanması halinde, beklenen değer kriterine göre bu iki seçenek arasında tercihte bulunma imkanı yoktur.

Belirsizlik altında karar vermede beklenen değer kriterinin tek başına yeterli bulunmaması diğer bazı ölçülerin de birlikte kullanılmasını gerekli kılmıştır. Özellikle, beklenen değerin yatırım kararlarında karar verenin risk karşısındaki tutumunu dikkate almaması, yatırım seçeneklerine ilişkin risklerin de ölçülmesi gereğini ortaya çıkartmaktadır.

Riskin ölçülmesi özellikle beklenen parasal değerleri eşit veya çok yakın olan seçeneklerin mukayese edilmesi bakımından gereklidir. Finansmanda "*Dominans prensibi*" olarak adlandırılan yönteme göre ;

a) Aynı beklenen değere sahip seçeneklerden en az riski bulunan seçilir ;

b) Aynı risk gurubuna giren seçenekler arasından beklenen değeri en yüksek olanı seçilir [9].

Belirsizlik altında karar vermede riskin ölçülmesi esası finansman teorisyenleri tarafından bu prensibe dayandırılmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

RİSK ÖLÇÜSÜ OLARAK VARYANS

Riskin ölçülmesi ilk defa sigorta işletmeciliği kapsamında incelenen bir konu olmuştur. Hayat sigortası üzerinde yaptığı çalışmalar kapsamında riski ilk defa matematiksel bir ifadeyle 18 nci yüzyılda Tetens tanımlamıştır (*). Tetens riski ortalama sapmanın yarısı olarak ifade etmiştir. Buna göre risk,

$$R = 1/2 \int_0^{\infty} |x-P| \, F(x) \, dx$$

şeklinde ölçülmektedir(**).

Tetens' in ortalama sapmaya dayanan risk ölçüsü, daha sonraki yüzyılda, varyansın ortalama sapmaya göre daha elverişli bir sapma ölçüsü olması nedeniyle, yine sigortacılık konusunda çalışmalarda bulunan Hausdorff tarafından değiştirilmiştir(***). Hausdorff bu defa riski M ile belirterek,

$$M^2 = \int_0^{\infty} (x-P)^2 \, F(x) \, dx$$

şeklinde varyansa bağlı olarak ölçmüştür. Sigortacılık alanında riskin ölçüsü olarak ortaya atılan varyans (veya standart sapma) yüzyılımızın başlarında Fisher, daha sonraları özellikle finansal kararlarda, Markowitz gibi yazarlar tarafından da belirsizlik altında karar verme durumlarında

---

(*) Tetens bu çalışmalarını "Einleitung zur Berechnung der Leibrenten und Anwartschaften" adıyla 1786 yılında Leibzig'de yayınlamıştır.

(**) Buradaki integral ifadesi x in sadece pozitif değerleri için geçerlidir. Zira, x değişkeni sigorta mukavelesi sonrasında ortaya çıkabilecek mümkün zararları göstermektedir; x in negatif olması, yani bir kazanın, bir yangının, v.b. sigorta işletmesi için kazançla sonuçlanması söz konusu değildir.

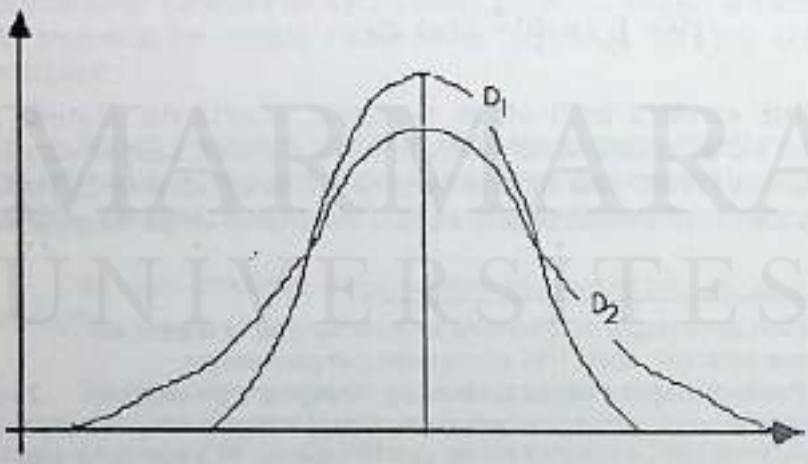
(***) Hausdorff'un bu çalışması "Das Risico bei Zufallsspielen" adıyla 1897 yılında "Leibziger Berichte" dergisinin 49 uncu sayısında yayınlanmıştır.

karar verenin risk karşısındaki tutumunu dikkate alan bir kriter olarak kullanılmayabaşlanmıştır(*).

Belirsizlik altında karar verme durumlarında varyans tek başına bir kriter ortaya koymamaktadır; beklenen değer kavramı ile birlikte ele alınmaktadır. Beklenen değer ve varyansa dayanan bu kriter yüksek beklenen değer ve düşük varyansa sahip seçeneklerin seçilmesi ile ilgilidir. Bu kriterde varyans, genellikle sezgisel bir risk ölçüsü olarak kullanılır [8]. Varyansın sıfıra eşit olması seçeneğin tek bir sonuç değerine ulaşması anlamındadır. Bu ise bir tek mümkün durumun ortaya çıkması demektir. Dolayısıyle, varyansın sıfıra eşit olması, belirsizliğin ve buna bağlı olarak riskin de bulunmadığı anlamındadır.

Dominans Prensibi paralelinde, özellikle finansal yönetim teorisyenleri tarafından benimsenen varyansın risk ölçüsü olarak kullanılması görüşü, bir çok sakıncaları ortaya konulmak suretiyle günümüzde önemini büyük ölçüde kaybetmiştir [1;17].

Karar verme davranışı ile ilgili ampirik araştırmalar, özel durumlarda kişilerin bazen düşük, bazen yüksek varyanslar için tercihte bulunabildiklerini ortaya çıkartmıştır [6;11]. Beklenen sonuç değerleri eşit olan seçeneklerden her zaman en küçük varyansa sahip olanı seçilmemektedir. Bu durumda kişi tedbirli ise, başka bir ifade ile riske



Şekil - 1.

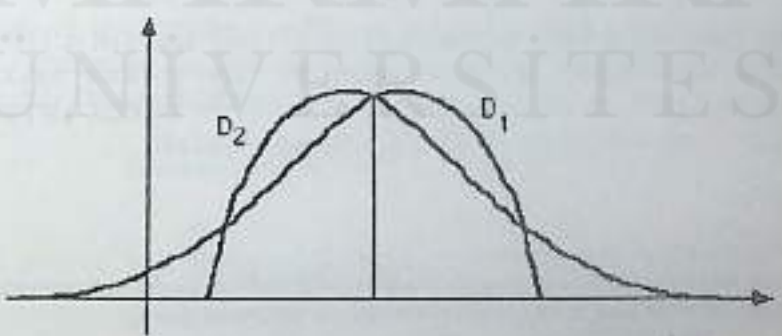
(*) 1960 lı yıllarda Sharpe, Jensen, Treynor gibi yazarlar, tahvillerin fiyat değişimi ile pazar indekslerinin değişimi arasındaki kovaryansa dayanan "beta" finansal risk ölçüsünü de kullanmışlardır. Bu ölçü konu dışı olduğundan burada ele alınmayacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

girmeyi sevmiyorsa varyansı küçük olan yatırım seçeneğini tercih edecektir. Buna karşılık, varyansı daha büyük olan diğer seçenek tercih edildiğinde, birinciye göre değerleri daha yüksek olan sonuçların ortaya çıkması da mümkündür. Başka bir ifadeyle, varyansı büyük olan seçenek ile hem daha büyük zararların, hem de daha büyük kazançların ortaya çıkması mümkündür (şekil-1). Bu durumda, eğer kişi riski seviyorsa varyansı daha büyük olan seçeneği tercih edebilecektir [2].

Diğer bir açıdan bakıldığında, ancak olasılık dağılmalarının normal dağılma (Gauss Dağılması) özelliği göstermesi halinde, beklenen değer ve varyanslara göre yapılan seçimlerin uygun olduğu görülmektedir. Bu bakımdan, beklenen değer ve varyans kriterlerini kullananlar olasılıkların normal dağılmaya bağlı olduğunu peşinen kabul etmiş bulunmaktadırlar [3]. Buna karşılık, özellikle kazanç şeklinde beliren sonuçların olasılık dağılmasının normal olduğu varsayımıpek çok istatistikçi tarafından reddedilmektedir [14]. Gerçek hayatta genellikle, bazen bir tarafa asimetrik, bazen basık, bazen sivri, bazen düzgün (üniform) dağılmalarla da karşılaşılmaktadır [4].

Beklenen değerleri ve varyansları birbirine eşit, birbirine simetrik durumda bulunan iki asimetrik dağılma ele alındığında (şekil-2), D_2 dağılması için tüm sonuçlar kazanç şeklinde ortaya çıkarken, diğer



Şekil - 2

taraftan D_1 dağılmasında zarar şeklindeki sonuçların ortaya çıkması da mümkündür.

Bu durumda, karar verenin D_2 dağılmasına ilişkin seçeneği doğal olarak tercih etmesi beklenirken, Beklenen değer ve varyans kriterine göre iki seçenek arasında kayıtsız kalması gerekmektedir. Halbuki, yukarıya doğru olan sapmaların arzulanmayan bir durum olduğunu söylemek yanlıştır. Bu bakımdan pekçok kişi sağa asimetrik dağılmaları tercih etmektedir [20].

Bir diğer taraftan, varyans kriteri ile ilgili tüm yaklaşımlar olasılık dağılmalarının her zaman tek modlu (unimodal) oldukları varsayımına dayanmaktadır. Risk belirsizliğin doğal bir sonucudur. Buna bağlı olarak, belirsizlikte bir azalma söz konusu olduğunda, riskte de belirli bir ölçüde azalma olması gerektiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Ancak, olasılık dağılmalarının, örneğin düzgün dağılma, " u " dağılması ve " J " (veya ters J) dağılması şeklinde ortaya çıkması halinde (şekil-3), bu dağılmalara ilişkin belirsizlikler ve varyanslar ölçüldüğünde, belirsizlik ölçüsü olarak entropiler,

$$H_1 < H_2 < H_3$$

şeklinde ortaya çıkarken (*), risk ölçüsü olarak varyanslar

$$S_3^2 < S_2^2 < S_1^2$$

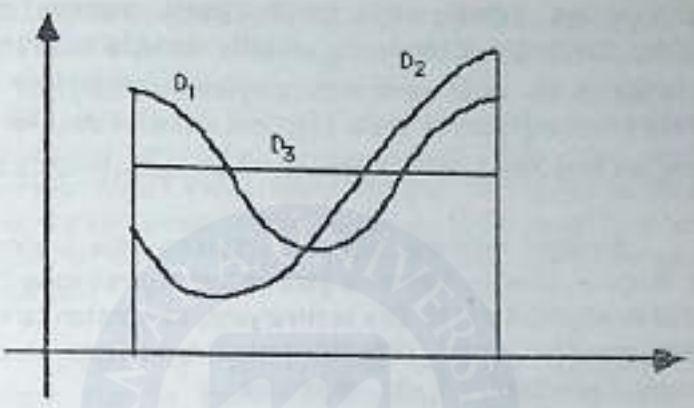
şeklinde hesaplanmaktadır. Bu durum belirsizlikteki azalışların riskin artmasına neden olacağı şeklindeki yanlış bir değerlendirme sonucunu ortaya koymaktadır. Bu ise, özellikle tek modlu seriler dışında, varyansın risk ölçüsü olarak kullanılamıyacağı olgusunu doğurmaktadır.

(*) Mümkün durumlar ve bunların gerçekleşme olasılıklarının fonksiyonu olan belirsizlik Bilişim teorisinde logaritmik entropi fonksiyonu ile ölçülür ve entropi

$$H = -\Sigma\, p \log p$$

şeklinde tanımlanır. Bu ölçü aynı zamanda bir sistemin durumunu kesin şekilde belirleyebilmek için gerekli olan bilgi miktarını gösterir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil - 3

RİSK ÖLÇÜSÜ OLARAK SEMİVARYANS

Riskin yapılan basit tanımlarından da anlaşılacağı gibi, risk istenilmeyen sonuçların olasılıkları ile daha fazla ilişkilidir. İstenmeyen sonuçların ortaya çıkma olasılıkları ne kadar yüksek ise karar o kadar riskli olacaktır[14]. Bu durumda, riski sadece zararlara ilişkin olasılıklar itibariyle ölçmek daha gerçekçi olmaktadır. Alderfer ve Bierman yaptıkları deneyler sonucu belirsizlik altında verilen kararların beklenen değerin artan ve semivaryansın azalan fonksiyonu olan bir kritere bağlı olduğunu saptamışlardır [1]. Finansal kararlarda semivaryansı bir risk ölçüsü olarak ilk defa Markowitz ele almıştır [13].

Semivaryans (s_h) aşağıdaki şekilde tanımlanır :

$$S_h = \sum_{j=1}^{m} P(y_j) \left[(S_{ij} - h)^* \right]^2$$

Burada S_{ij}, i nci seçenek için ortaya çıkacak sonuçlardır, $P(y_j)$ bu

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

sonuçların ortaya çıkması için gerçekleşmesi mümkün durumların olasılıkları, başka bir ifadeyle S_{ij} koşullu sonuçların ortaya çıkma olasılıklarıdır; h ise karar verenin belirleyeceği herhangi bir referans değeri veya kritik değerdir. Referans değerinin altındaki sonuçlar ($S_{ij} \leq h$) arzulanmayan, üzerindeki sonuçlar ise ($S_{ij} > h$) arzulanan sonuçlardır.

Buradaki referans değeri h ortalama veya beklenen değer değildir. Pratikte, örneğin 0 birimlik paranın "net bugünkü değeri" referans değeri olarak seçilebilir [10]. Zira semivaryans, varyanstan farklı olarak, arzulanan sonuçları risk değerlendirmesinin dışında tutmaktadır. Semivaryans ifadesindeki $(S_{ij}-h)^*$ değeri ise,

$$(S_{ij}-h)^* = (S_{ij}-h), \quad S_{ij} \leq h$$

$$= 0, \qquad S_{ij} > h$$

şeklinde hesaplanır.

Riskin ölçülmesinde kullanılan semivaryans daha ziyade yatırımların mümkün sonuçlarına ilişkin olasılık dağılmalarının asimetrik özellik göstermeleri halinde kullanılmaktadır. Zira olasılık dağılımları simetrik olduğunda, varyans ve semivaryans kriterleri aynı sonucu vereceğinden, daha kullanışlıbulunan varyans yerine kullanılması gereksizdir.

Semivaryans , arzulanan sonuçları ve bunların gerçekleşmesine ilişkin olasılıkları hesaba katmadığından, mümkün tüm durumlara ilişkin belirsizliği yansıtmaktan da uzaktır. Diğer bir açıdan, genellikle kişilerin arzuladıkları daha büyük sonuçları elde edebilmek için büyük risklere katlandıkları söylenirse, semivaryans arzulanan sonuçları da dikkate almadığından yeterli bir kriter ölçüsü değildir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

SONUÇ

Genel olarak belirsizlik altında karar verme durumları kapsamında tanımlanan riskli yatırım kararlarında beklenen değer, varyans, semivaryans gibi kriterler itibariyle mümkün sonuçlar parasal değerler şeklinde değerlendirilebilirler. Bu ise bazı sakıncaları ortaya çıkartmaktadır. Zira, belirli bir miktar paranın değeri kişiden kişiye ve her kişi için ortama ve zamana bağlı olarak değişmektedir. Diğer taraftan, m birimlik paranın değeri olması gerektiği gibi, her zaman m defa birim paranın değerine eşit olmamaktadır. Bu durum, farklı zaman ve ortamlarda, farklı kişilerin farklı fayda fonksiyonlarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

Varyans ve semivaryans kriterleri özellikle parasal sonuçları düşük olan ve süreklilik arzeden alışılagelmiş karar verme durumlarında elverişlidirler. Ancak bu gibi durumlarda ve, olasılık dağılmalarının tek modlu ve simetrik olması halinde varyans, asimetrik olması halinde ise semivaryans kriterleri karar verenlerin gerçek tutumlarını yansıtan davranışlarıyaklaşık olarak ortaya koyabilmektedirler.

BİBLİYOGRAFYA

[1] ALDERFER, C. P. and BIERMAN, E. F., Choices with Risk: Beyond the Mean and the Variance , *Journal of Business*, s.344-358, July 1970.

[2] ALLAIS, M., Le Comportement de l'Homme Rationnel Devant le Risque. Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine , *Econometrica* Vol 21 no.4, s.503-546, October 1953.

[3] ARROW, K. J., Alternative Approaches to the Theory of Choice in Risk-Taking Stituations , *Econometrica* , Vol 19, s.404-437, 1951.

[4] BEER, S., *Management Science. The Business Use of Operations Research*, Doubleday, Garden City,N.Y , 1968

[5] BORCH, K., The Theory of Risk , *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 29 no.3, s.432-467, 1967.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

[6] COOMBS, C. H., and PRUITT, D. G., Coponents of Risk in Decision Making : Probability and Variance Preferences , *Journal of Experimental Psychology*, no.60, s.265-267, 1960.

[7] FREUND, J. E., *Modern Elementary Statistics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1979.

[8] GUPTA, S. K., and COZZOLINO, J. M., *Fundemantals of Operations Research for Management*, Holden-Day, San Fran. California, 1975.

[9] HATIPOĞLU, Z., *Ayrıntılı İşletme Finansmanı*, İstanbul Üniversitsi Yayını Cilt1,İstanbul,1975.

[10] HOSKINS, C. G., Theory Versus Practice in Risk Analysis - An Emprical Study- A Comment , *The Accounting Review*, Vol. 50, s.835-843, October 1975.

[11] KARMARKAR, U.S., Subjectively Weighted Utility - A Descriptive Extension of the Expected Utility Model , *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol.21, s.61-72, February 1978.

[12] LEVY, H. and MARKOWITZ, H. M., Approximated Expected Utility by a Function of Mean and Variance, *The American Economic Review*, Vol.69, no.3, s.308-317, June 1979.

[13] MARKOWITZ, H. M., *Portfolio Selection*, Wiley, N.Y. 1959.

[14] PAPPAS, J.L. and BRIGHAM, E, F., *Managerial Economics*, Dresden Press, Hindsdale, Illinois 1979.

[15] SCHLAIFER, R., *Analysis of Decisions Under Uncertainty*, McGraw-Hill, N.Y. 1969.

[16] SIMONDS, R.R., Modern Financial Theory , *MSU Business Topics*, Vol.26 no.1, s.54-63, Winter 1978.

[17] SLOVIC, P., Psychological Study of Human Judgment - Implication for Investment Decision-Making , *The Journal of Finance*, s.779-799, September 1972.

[18] STARR, M.K., *Systems Management of Operations*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1971.

[19] TOLE, T.M. and McCORD, S.O., The Impact of Portfolio Theory, *MSU Business Topics*, Vol. 25 no.3, s.25-30,Summer 1977.

[20] Van HORNE, J.C., *Finansal Yönetim ve Politikaları*, Çev. O. Tekok, D. Yener,S. Bekçioğlu, G. Keşçi, Akçay Matbaası, Ankara 1978.

[21] WAGNER, H.M., *Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions*, Prentice- Hall Int., London 1975.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

LOG-NORMAL FAYDA FONKSİYONU ve İHALE FİYATLANDIRMALARI İÇİN BİR KARAR MODELİNDE UYGULAMASI

Dr. Ahmet L. ORKAN
Marmara Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Özet

Parametrik Fayda Fonksiyonlarının belirlenmesinde ortak nokta karar vericinin tendisi için psikolojik gerçekliği bulunan bazı referans değerlerinin seçilmesi, bu değerler itibariyle parametrelerin hesaplanması ve parametrik bir fayda fonksiyonunun ortaya konulmasıdır. Yakın zamanlarda ortaya çıkan bazı varsayım ve yaklaşımlardan hareketle önerilen Log-normal Fayda fonksiyonu başlıca üç referans değeri itibariyle faydanın nisbi bir şekilde ölçülebilmesine ve kişinin tercihlerini gerçekçi biçimde ortaya koyabilmesine imkan vermektedir. Kullanılan modelde, belirsizlik altında karar verme durumu şeklinde ortaya çıkan İhale Fiyatlandırma kararlarında beklenen faydanın maksimizasyonu esas alınmaktadır. Modelde, uygulanan Log-normal Fayda fonksiyonu ile ihaleye girecek firmanın mevcut durumuna ve eldeki diğer verilere ilişkin bilgiyi en akılcı şekilde kullanmak ve bu suretle firma yöneticilerini doğru yolda yönlendirmek hedeflenmektedir.

GİRİŞ

Faydayı ölçülebilir bir büyüklük olarak kabul eden çağdaş fayda teorisinde, en önemli konu fayda fonksiyonunun belirlenmesidir. Fayda fonksiyonları fırsatlara, geçmiş tüketimlere ve kişilerin o anki psikolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel durumlarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Böylece, her bir değişik karar verme durumunda yeni bir fayda fonksiyonunun tanımlanması gerekmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Fayda fonksiyonlarının belirlenmesinde genel olarak 2 yol mevcuttur. Bunlardan birincisinde, belirli ve belirsiz şartlarda kişilerin kayıtsız kaldığı, yani tercih belirtmediği durumlar tesbit edilmekte ve değişik sonuçların faydaları belirlenmektedir. Bu şekilde, sonuç ve fayda değerleri itibariyle ortaya çıkan noktalardan geçen eğri çizilerek fayda fonksiyonları belirlenebilmektedir. Bu yöntem ***Parametrik Olmayan Fayda Fonksiyonları*** 'nı ortaya koyar. Fayda fonksiyonlarının belirlenmesinde takip edilen bu yöntemde en büyük sorun karar verenlerin olasılık kavramlarına yatkın olmamalarından kaynaklanmaktadır. Karar verenlerin nesnel olasılıkları bilebilmeleri çoğunlukla mümkün bulunmamaktadır [1]. Diğer taraftan, kollektif bir karar verme durumu söz konusu olduğunda, kişiler öznel yargılarla haraket ettiğinden ortak bir fayda fonksiyonunda birleşmek çok güç olmaktadır. Diğer bir güçlük ise, elde edilen eğrinin uygun analitik bir formda ortaya çıkmamasından ve önemli bazı kararların çok büyük boyutlu bir probleme dönüşmesinden kaynaklanmaktadır [8]. Tüm bu sakıncaların yanı sıra, kişilere sürekli olarak seçenekler sunmak ve yoğun bir şekilde değer yargılarını belirtmelerini istemek de karar verenlerin hoşlanmadıkları bir durumdur.

Fayda fonksiyonlarının belirlenmesinde takip edilen ikinci yolda ise, bir takım parametrik fonksiyonlar içinden, kişilerin öznel tutumlarına göre hangi fayda fonksiyonu türüne yatkın oldukları tesbit edilmekte ve bazı referans değerleri itibariyle parametreler hesaplanmaktadır. Bu yöntemle fayda fonksiyonlarını belirlemek birinci yöntemde karşılaşılan pek çok sakınca ve zorluğu ortadan kaldırmaktadır. Ancak, bu yöntemde de en önemli sakınca belirlenen fayda fonksiyonunun tercihlerin tutarlılığının ne ölçüde gerçekleştirdiğinin kontrolü için her hangi bir yolun mevcut olmamasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, kişilerin bu işe alıştıkça daha uyumlu davrandıkları ve belirlenen fayda fonksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlar ile gerçek sonuçlar arasındaki sapmanın giderek azaldığı yapılan deneylerden gözlenmiştir.

Fayda fonksiyonlarının belirlenmesinde ikinci yöntemin daha tutarlı bir yaklaşım olarak benimsenmeye başlaması ile literatürde çeşitli özellikleri taşıyan pek çok paremetrik fayda fonksiyonu ileri sürülmüştür. Bu yöntemde, karar verenin bazı referans değerlerini seçmesi esastır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Seçilen bu referans değerleri itibarıyle fayda fonksiyonlarının paremetreleri hesaplanabilmektedir. Uygulamalarda kullanılan parametrik fayda fonksiyonları risk-sakıngan, risk-atılgan veya her iki tutumu birlikte yansıtan örneklerden oluşmaktadır. Parametrelerin hesaplanmasında esas alınan referans değerleri ise çeşitli şekillerde, örneğin riskten sakınma indeksi, hedeflenen gelir seviyesi, vs. şeklinde ortaya çıkmaktadır. Parametrik fayda fonksiyonlarında ortaya çıkan bu gibi farklılıklar, bu fonksiyonları ileri sürenlerin bazı farklı yaklaşım ve varsayımlarının sonucudur.

LOG-NORMAL FAYDA FONKSİYONU

Belirli bir miktar mal, hizmet veya paranın faydası kişiden kişiye değişiklik gösterdiği gibi, aynı miktar mal, hizmet veya paranın faydası belirli bir kişi için de farklı zaman ve ortamlarda değişik olabilmektedir. Karar veren her zaman riske karşı kayıtsız kalamayacağından özellikle parasal sonuçlar için doğrusal olmayan fayda fonksiyonları ortaya çıkmaktadır [3]. Ekonomistlerin azalan marjinal fayda prensibine dayanan görüş, karar verenin sürekli riskten sakınan bir tutumda olduğunu varsaymıştır. Ancak, yakın zamanlarda yapılan ampirik araştırmalar genellikle fayda fonksiyonlarının kazançlar için içbükey kayıplar için ise dışbükey bir durum ortaya koyduğunu göstermiştir. Burada kazanç ve kayıpları ayıran referans değeri *hedef* noktasıdır [10].

Fayda fonksiyonları başlangıçta sahip olunan servet ve bu servette meydana gelen değişmelere göre tanımlanmaktadır. Bu durumda, servetteki değişmeler hedeflenen gelire göre değerlendirilecektir. Böylelikle, hedeflenene göre, yukarıya doğru değişmeler kazanç, aşağıya doğru değişmeler ise kayıp şeklinde tanımlanmaktadır [14]. Fayda fonksiyonlarının hedef noktasının üzerindeki gelirler için içbükey, yani marjinal faydanın azalan, altındaki gelirler için dışbükey, yani marjinal faydanın artan olması, Friedman ve Savage'ın ileri sürdükleri varsayımlara da kısmen uymaktadır. Bunlar marjinal faydanın yüksek gelir seviyelerinde azaldığını, orta gelir seviyelerinde ise arttığını ileri sürmektedirler.

Ancak, yine bu yazarlar çok düşük gelir seviyelerinde de marjinal faydanın azaldığını varsaymaktadırlar [6]. Bu durum *"zararın neresinden dönülürse kardır"* prensibine dayanmakla birlikte, pratikte tutum ve davranışların tam tersi durumu yansıttığı gözlenmektedir. Kişiler çok düşük gelir seviyelerinde, riskten sakınma yerine daha fazla riske atılma eğilimi göstermektedirler.

Faydanın bir alt sınırı da olduğunu kabul etmek gerekir. Bu sınır, karar verirken kişilerin katlanabilecekleri en yüksek zarardır. Karar veren için bu sınırın altındaki sonuçların birbirlerinden farkı yoktur. Örneğin, bir firmanın tamamen batmasına neden olabilecek bir zarar ile bundan daha büyük zararlar firma için farksızdır. Katlanılabilecek bu en yüksek zarar sınırı, başlangıçta sahip olunan servet ile de doğrudan ilişkilidir.

Fayda fonksiyonlarının diğer bir özelliği, değişik sonuçlar için kişilerin nisbi tercihlerini belirlemeleridir. Bu bakımdan, faydayı mutlak bir değer olarak değil, nisbi bir değer olarak ele almak daha uygundur [3]. En istenilmeyen sonuç (S_{min}) ile ulaşabilinecek en yüksek sonuç (S_{max}) belirlendiğinde

$$u(S_{max}) > u(S_{min})$$

olduğu kesindir [*]. Bu durumda, en istenilmeyen sonucun faydasını

$$u(S_{min}) = 0$$

ve ulaşabilinecek en yüksek sonucun faydasını da

$$u(S_{max}) = 1$$

---

[*] Fayda fonksiyonu parasal sonuçların sürekli artan fonksiyonu olduğundan ve $S \to +\infty$ için $u(S)$ nin limiti varolan sonlu bir değer olduğundan

$$\lim_{S \to +\infty} u(S) = u(S_{max})$$

dır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

olarak belirlemek, kabul görmüş en uygun yoldur. Bu durum hesaplamalarda sağladığı büyük kolaylıkların yanı sıra faydanın

$$0 \leq u(S) \leq 1$$

gibi, sıfır ile bir arasında değişen nisbi bir değerle ifade edilebilmesine imkan sağlamaktadır [17]. Bu ölçeğe göre, faydası 0.60 olan bir sonucun, faydası 0.30 olan bir sonuca göre iki misli daha fazla tercih edildiği anlaşılmaktadır. Buna karşılık, 60 TL lık bir parasal sonucun, 30 TL lık bir sonuca göre iki misli daha fazla tercih edildiği her zaman söylenemez.

Parametrik bir fayda fonksiyonu olarak önerileri log-normal fayda fonksiyonunun dayandırıldığı ve yukarıda ele alınan varsayım ve yaklaşımlar çerçevesinde ortaya konulmak istenen başlıca özellikleri aşağıdaki gibi özetlemek ve sıralamak mümkündür:

1) Fayda fonksiyonları mümkün tüm sonuç değerleri için doğrusal olmayan fonksiyonlardır.

2) Değişik kişilerin ve aynı kişinin değişik zaman ve ortamlarda fayda fonksiyonları farklıdır.

3) Hedeflenen bir sonucun üzerindeki sonuçlar için marjinal fayda azalan, altındaki sonuçlar için artandır. Hedeflenenin altında, en azından elde edilmesi gereken bir sonuçtan daha düşük sonuçlar için marjinal fayda hızlı artandır [*].

4) Karar verenlerin katlanabilecekleri zararın bir alt sınırı vardır ve bu sınır önceki servet ile ilişkilidir.

5) Fayda, kişilerin tercihlerini değişik sonuç kümeleri itibarıyle yönlendirdiğinden, mutlak değil nisbi bir ölçü olmalıdır.

Log-normal fayda fonksiyonunun belirlenebilmesi için başlıca üç referans değeri yeterlidir. Bunlar sırası ile; karar verenin

---

[*] Kişilerin en azından elde etmeleri gereken veya başka bir ifadeyle, mutlaka ulaşmak isteyecekleri en düşük sonuç, örneğin başabaş noktası olabilir. Ancak, bu sonuç seviyesi kişilerin amaçlarını ortaya çıkartan diğer faktörler de gözönüne alındığında, daha değişik şekillerde ortaya çıkabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

katlanabileceği en yüksek zarar sınırı; γ, karar verenin, hedeflenenin altında, ancak mutlaka ulaşması gereken sonuç, yani *tolerans sınırı* β; hedeflenen sonuç; α. Bu üç referans değeri itibariyle, S sonuç değerleri için marjinal fayda fonksiyonu

$$u'(S) = (S-\gamma)^{-1}(\sigma)^{-1}(\pi)^{-1/2} \exp[-[Ln(S-\gamma)-\mu]^2 / 2\sigma^2]$$

ve fayda fonksiyonu da

$$u(S) = (\sigma)^{-1}(2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{(S-\gamma)} \exp[-[Ln(S-\gamma)-\mu]^2 / 2\sigma^2] \, d(S-\gamma)/(S-\gamma)$$

şeklinde tanımlanabilmektedir.

α, β ve γ referans değerleri itibariyle log-normal fayda fonksiyonunun μ ve σ^2 parametreleri

$$\mu = Ln(\alpha-\gamma) + \sigma^2$$

ve

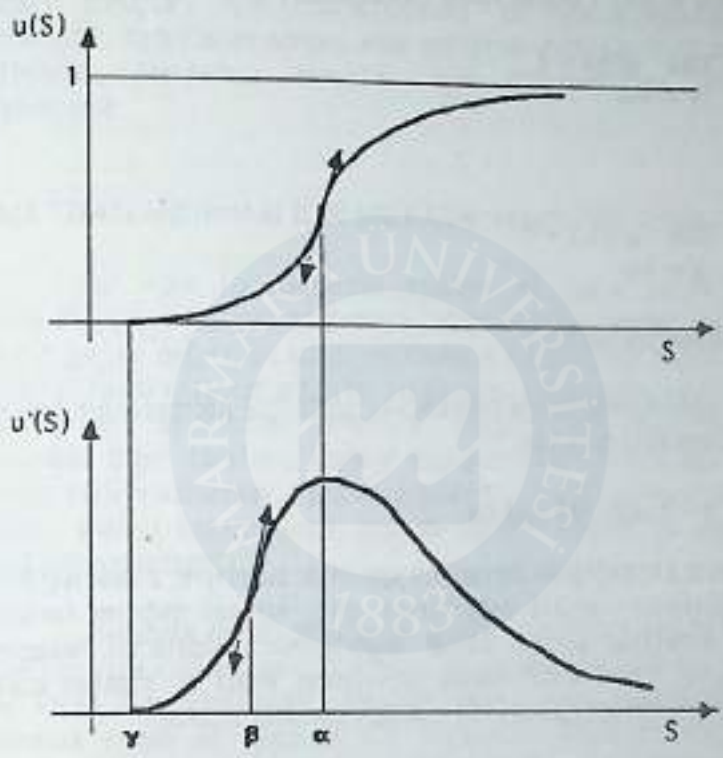
$$\sigma^2 = [Ln(\alpha-\gamma)-Ln(\beta-\gamma)]^2 / [Ln(\alpha-\gamma)-Ln(\beta-\gamma)+1]$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Şekil: 1 'de log-normal fayda ve marjinal fayda fonksiyonlarının grafikleri gösterilmiştir. Grafiklerden de anlaşılacağı gibi, fayda karar verenin katlanabileceği zarar sınırından itibaren ölçülmektedir. Bu sınır değerinin faydası yoktur, başka bir ifadeyle $u(\gamma)=0$ dır [*] Bu değer, daha önce de değinildiği gibi, kişinin önceki serveti ile doğrudan ilişkilidir. γ değeri için marjinal fayda da sıfırdır.

Hedeflenen sonuç α nın altındaki sonuçlar için, fayda fonksiyonu dışbükey, marjinal fayda artandır; bu sonuçlar için kişi

[*] Kişilerin katlanabilecekleri zararın alt sınırı, örneğin 1000 TL ise, sonuç ekseninde bu değeri -1000, yani eksi kazanç olarak göstermek gerekecektir. Bu bakımdan, faydayı sıfırlayan γ değeri S ekseni üzerinde negatif bir değer olarak belirmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil: 1

risk-atılgandır. Buna karşılık, hedeflenenin üzerindeki sonuçlar için fayda fonksiyonu içbükey, marjinal fayda azalan ve dolayısıyle kişi risk-sakıngandır. Hedeflenen α sonucuna ulaşıldığında marjinal fayda maksimumdur, bu değer için fayda fonksiyonu bükümü yapmaktadır.

Karar verenin, hedeflenenin altında, mutlaka ulaşmak istediği sonuç, yani, β tolerans sınırının altındaki sonuçlar için marjinal fayda hızlı artarı, üzerinde ve hedeflenene kadar olan sonuçlar için yavaş artandır. Tolerans sınırı olan β sonucu için marjinal fayda fonksiyonu bükümü yapmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Fonksiyon $(\gamma, +\infty)$ aralığında sürekli artan bir fonksiyondur. En yüksek fayda değeri 1 olarak kabul edildiğinden,

$$\lim_{S \to +\infty} u(S) = 1$$

ve

$$\lim_{S \to +\infty} u'(S) = 0$$

olarak hesaplanmaktadır.

Log-normal fayda fonksiyonu, görünüşte karmaşık bir fonksiyon özelliği arzetmekle birlikte,

$$z = [\mathrm{Ln}(S-\gamma)-\mu]/\sigma$$

şeklinde basit bir değişken dönüşümü yapılmak suretiyle, z sadeleştirilmiş normal değişkenin çeşitli değerlerine göre, normal dağılım tabloların kullanmak suretiyle çeşitli sonuç değerlerinin faydalarını hesaplamak gayet kolaydır. Log-normal fayda fonksiyonu, Pratt'ın riskten sakınma kriterine göre incelendiğinde [15], riskten sakınma indeksi

$$\begin{aligned} r(S) &= -u''(S)/u'(S) \\ &= (S-\gamma)^{-1}\,[1 + [\mathrm{Ln}(S-\gamma)-\mu] / \sigma^2] \\ &= [\mathrm{Ln}(S-\gamma)-\mathrm{Ln}(\alpha-\gamma)]\,[\mathrm{Ln}(\alpha-\gamma)-\mathrm{Ln}(\beta-\gamma)+1] \\ &\quad /(S-\gamma)\,[\mathrm{Ln}(\alpha-\gamma)-\mathrm{Ln}(\beta-\gamma)]^2 \end{aligned}$$

olarak hesaplanır. İndeks

$S < \alpha$ için negatif ve artan;
$S = \alpha$ için 0;
$\alpha < S < [\alpha e^{-\gamma(e-1)}]$ için pozitif ve artan;
$[\alpha e^{-\gamma(e-1)}] < S$ için pozitif ve azalandır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu durumda, log-normal fayda fonksiyonuna göre karar veren, hedeflenenin altındaki sonuçları için risk-atılgandır ve risk-atılganlığı gidere azalmaktadır; hedeflenen sonucu elde ettiğinde risk-kayıtsız olmakta ve hedeflenenin üzerindeki sonuçlar için risk-sakıngan bir tutum takınmaktadır.

İHALE FİYATLANDIRMASI İÇİN BİR KARAR MODELİNDE UYGULAMA

Bir ihale fiyatlandırma probleminde, karar veren görünürde firmaya en yüksek kazancı sağlamaya çalışmaktadır. Ancak, elde edilecek kazancın gerçek değeri, bu kazancın firmaya sağlayacağı fayda ile ortaya çıkacaktır; fayda kazancın artan bir fonksiyonu olduğundan, mümkün olan en yüksek fiyatı belirlemek suretiyle, faydayı da maksimize etmek mümkündür. Diğer taraftan, ihaleye başkalarınında katılacağı göz önüne alınırsa, ihaleyi kazanmak, kazancı sağlamanın bir ön şartı olmaktadır. Bu durumda, ihaleyi kazanabilmek için de rakiplere göre en düşük fiyatı vermek gerekmektedir.

Rekabete dayalı ihalelerde, genellikle büyük para miktarları ve yüksek seviyede risk ortaya çıktığından, en uygun fiyatlandırma, işletmenin riske karşı tutumuna bağlı olmalıdır. Bu durumda beklenen faydayı maksimize etmek en uygundur [7]. Maksimize edilmek istenen fayda, firmanın elde edebileceği parasal kazancın faydası olarak tanımlandığında ve elde edilecek parasal kazanç, firmanın teklif edeceği fiyat X ile, kestirilen toplam maliyet C arasındaki fark kadar olacağından, probleme ilişkin amaç fonksiyonu

$$\max E[u(X-C)]$$

şeklinde ifade edilecektir. Maksimize edilmek istenen beklenen fayda değeri, rakiplerin teklif edecekleri fiyat Y ile ifade edildiğinde

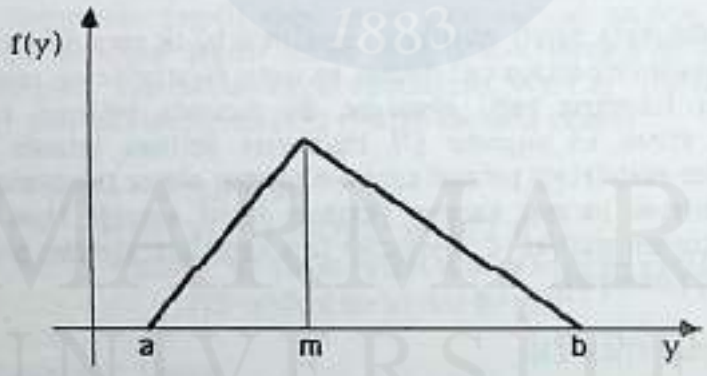
$$E[u(X-C)] = P(Y<X)\,u(0) + P(Y\geq X)\,u(X-C)$$

şeklinde hesaplanacaktır. Burada P(Y<X) olasılığı rakiplerin verecekleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

fiyat tekliflerinin firmanın vereceği teklifden daha düşük olmasının, yani ihaleyi kaybetmenin olasılığıdır. Bu durumda, firma için parasal ne kazanç ne de zarar söz konusudur; u (0) ise bu sonuçdan firmanın sağlayacağı fayda miktarıdır. P(Y≥X) olasılığı, rakiplerin tekliflerinin firmanın teklif edeceği fiyatdan daha yüksek olmasının, yani ihaleyi kazanmanın olasılığıdır. Bu durumda firma X-C kadar parasal bir sonuç elde edecektir. X<C olması halinde zarar, X>C olması halinde kar ortaya çıkacaktır. u(X-C) ise, ihale kazanıldığında, ortaya çıkacak sonucun sağlayacağı fayda miktarıdır.

İhale fiatlandırma modellerinde, tanımlanması gereken en önemli girdiler, beklenen rakip sayısı ve buna bağlı olarak beklenen ihale tekliflerinin ortalama bir değeri ile, en yüksek ve en düşük değerlerdir [6]. Rakiplerin verebilecekleri fiyat tekliflerine ilişkin olarak, en yüksek, en düşük ve en muhtemel (Modal) değerler belirtildiğinde, Y tesadüf



Şekil: 2

değişkeninin olasılık dağılması şekil: 2 'de görüldüğü gibi, bir *üçgen*

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

dağılma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Rakiplerin verebileceği en düşük, en yüksek ve en muhtemel fiyatlar sırasıyla a, b ve m ile belirtilirse, Y nin olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(y) = \begin{cases} 2(y-a)/(m-a)(b-a), & a \le y < m \\ 2/(b-a) & y = m \\ 2(b-y)/(b-m)(b-a), & m < y \le b \\ 0, & \text{diğer yerlerde} \end{cases}$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

İhale fiyatlandırma modellerinde rakiplerin teklif edecekleri fiyatların yanı sıra, maliyetlere ilişkin belirsizlik de söz konusudur [13] Zira, fiyat belirlenirken hesaplanan maliyetler tahminidir. Ancak, uygulamalarda, ileride gerçekleşecek maliyetlerin rakipler tarafından da kesin olarak bilinebilmesinin mümkün olmadığı göz önüne alınarak, sadece rakiplerin teklif edecekleri fiyatlardaki belirsizliği esas olan modeller kullanılmaktadır.

Burada kurulan modelin girdileri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

1 - İhale taahhüdüne ilişkin kestirilen toplam maliyet; C;

2 - Rakiplerin teklif edebilecekleri en düşük, en yüksek ve en muhtemel fiyatlar; a, b ve m;

3 - Firmanın katlanabileceği en yüksek zarar sınırı; γ;

4 - Firmanın göreceği taahhüde ilişkin toleranş sınırı; β;

5 - Firmanın hedeflediği kazanç; α;

6 - Verilecek teklif fiyatına ilişkin eksiltme birimi; Δx.

Modelin başlıca çıktısı ise, maksimize edilecek olan beklener faydadır. Beklenen maksimum faydayı belirlemek suretiyle, optimal fiyatı optimal fiyatın getireceği parasal kazancı, bu kazancın faydasını ve ihaleyi kazanma olasılığını da hesaplamak mümkündür.

Kurulan model eksiltme yönetimiyle uluslararası ihaleye çıkartılan bir inşaat taahhüdüne ilişkin fiyat belirlemesinde uygulanmıştır

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Girdiler şu şekilde belirlenmiştir:

C = 30.875.000$
a = 24.700.000$
b = 62.000.000$
m = 43.250.000$
γ = -600.000.000$
β = 4.600.000$
α = 9.250.000$
Δx = 1.000.000$

ve

$$35.475.000\$ \leq X \leq 62.000.000\$$$

Bu girdilere göre log-normal fayda fonksiyonunun parametreleri,

$\sigma^2 = 5.82539 . 10^{-5}$
$\sigma = 7.63242 . 10^{-3}$
$\mu = 13.319926$

olarak, firmanın ihaleyi kazanma olasalığı da, X< 43.250.000$ için ,

$$P(Y \geq X) = 1 - [(X-24.700.000)^2 / 6.91915 .10^{14}]$$

ve X>43.250.000$ için,

$$P(Y \geq X) = (62.000.000-X)^2 / 6.99375 .10^{14}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Eksiltme birimi Δx =1.000.000$ için 35.000.000 $\leq$ X $\leq$ 62.000.000 aralığında beklenen fayda hesaplaması tablo: 1 'de gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi, beklenen fayda x=43.000.000$ için EU=0.38967 değeri ile için maksimuma ulaşmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo: 1

X(10^6)	X-C-γ	z	u(X-C)	P(Y≥X)	u(0)	P(Y<X)	EU
35	604.125	-1.099	.13592	.84667	.02268	.15333	.11859
36	605.125	-0.883	.18859	.81545	.02268	.18455	.15801
37	606.125	-0.666	.25268	.78135	.02268	.21865	.20234
38	607.125	-.0450	.32640	.74435	.02268	.25565	.24881
39	608.125	-0.235	.40710	.70446	.02268	.29554	.29355
40	609.125	-0.019	.49240	.66168	.02268	.33832	.33355
41	610.125	0.196	.57710	.61601	.02268	.38399	.36465
42	611.125	0.410	.65910	.56745	.02268	.43255	.38390
43	612.125	0.624	.73372	.51600	.02268	.48400	.38967
44	613.125	0.838	.79694	.46327	.02268	.53673	.38241
45	614.125	1.052	.85356	.41323	.02268	.58677	.36614
46	615.125	1.265	.89710	.36604	.02268	.63396	.34288
47	616.125	1.479	.93032	.32172	.02268	.67828	.31462
48	617.125	1.690	.95450	.28025	.02268	.71975	.28397
49	618.125	1.902	.97142	.24164	.02268	.75836	.25209
50	619.125	2.114	.98276	.20590	.02268	.79410	.22052
51	620.125	2.326	.98996	.17301	.02268	.82699	.19020
52	621.125	2.537	.99444	.14298	.02268	.85702	.16179
53	622.125	2.748	.99698	.11582	.02268	.88418	.13570
54	623.125	2.958	.99848	.09151	.02268	.90849	.11216
55	624.125	3.168	.99920	.07006	.02268	.92994	.09128
56	625.125	3.378	.99960	.05147	.02268	.94853	.07315
57	626.125	3.587	.99980	.03575	.02268	.96425	.05780
58	627.125	3.796	.99990	.02268	.02268	.97712	.04523
59	628.125	4.005	1	.01287	.02268	.98713	.03545
60	629.125	4.214	1	.00572	.02268	.99428	.02647
61	630.125	4.422	1	.00143	.02268	.99857	.02426
62	631.125	4.629	1	0	.02268	1	.02268

Çıktılar şu şekilde özetlenebilir.

Beklenen Maksimum Fayda:

max.EU = 0.38967 (veya 38.967 %).

Optimal Teklif Fiyatı:

opt.X = 43.000.000$.

Elde Edilecek Kazanç:

43.000.000 - C = 12.125.000$.

Elde Edilecek Kazancın Faydası:

u(12.125.000$) = 0.73372 (veya 73.372 %).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İhaleyi Kazanma Olasılığı:

$P(X \geq 43.000.000\$) = 0.51600$ (veya 51.6 %).

Beklenen faydanın maksimizasyonu optimal seceneği, yani optimal fiyatı ortaya çıkartmaktadır. Ancak, belirlenen optimal fiyatın en yüksek faydayı sağlayan seçenek olduğu söylenemez; zira probabilistik karar modellerinde beklenen fayda, mümkün fayda sonuçları ve bunların gerçekleşme olasılıkları itibariyle hesaplanmaktadır. Bu durumda, beklenen faydanın maksimizasyonu, bir taraftan faydanın maksimizasyonu, diğer taraftan ihaleyi kazanma olasılığının maksimizasyonu suretiyle bir optimizasyon çözümüdür. Optimal fiyatın üzerinde bir teklifin verilmesi, taahhüde girince elde edilecek kazancın ve dolayısıyle bundan sağlanacak faydanın artmasına, buna karşılık, rakipler arasından ihaleyi kazanma şansının azalmasına neden olacaktır. Bunun aksine, optimal fiyatın altında verilecek bir teklif, ihaleyi kazanma şansını arttırırken, bu defa, ihale kazanıldığında elde edilecek faydanın azalmasına neden olacaktır.

SONUÇ

Azalan marjinal fayda prensibine dayanan ekonomik teorideki fayda, fertlerin gelirlerini ve tüketecekleri mal ve hizmetlerin fiyatlarını belirli kabul etmiş ve pek çok tenkit ve eleştiriye neden olmuştur. Buna karşılık, sadece belirsizlik durumlarında ele alınan fayda, karar vermede kişilerin riske karşı tutumlarını dikkate alarak en gerçekci yaklaşımı sağlamaktadır.

Burada parametrik bir fayda fonksiyonu olarak önerilen ve α, β ve γ gibi, üç referans değeri itibariyle belirlenen log-normal fayda fonksiyonu, negatif kazanç sonuçlarının faydalarının da ölçülebilmesi, faydanın nisbi bir değer olarak ifade edilebilmesi, karar veren durumunda birden fazla kişinin olması halinde, ortak bir fayda fonksiyonunda birleştirilebilmesi, v.b. özellikleri ile, diğer parametrik fayda fonksiyonlarında karşılaşılan bir çok sakıncayı ortadan kaldırmaktadır.

Diğer taraftan, kurulan modelin ihale fiyatlandırması ile ilgili bir kararda uygulanmasıyle hesaplanan optimal fiyatın, teklif edilmesi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

gereken kesin fiyat olduğu söylenmemektedir; zira, modelin kullanılmasındaki amaç, yöneticilere vermeleri gereken kesin kararı bildirmek değildir. Amaç, firmanın mevcut durumuna ve eldeki verilere göre bilgiyi en akılcı şekilde kullanmak, karar verecek yöneticileri karar verme problemi ile ilgili daha geniş fikir sahibi yapmak ve doğru yolda yönlendirmektir. Diğer bir ifadeyle, geliştirilen model ve kullanılan kriterlerin işletme yöneticileri yerine karar verme gibi bir fonksiyonu yoktur. Elde edilen çıktılar, bilimsel ve akılcı yaklaşımla, nihai kararların en doğru şekilde verebilmelerinde yöneticilere yol gösterecek olan ip uçlarıdır.

BİBLİYOGRAFYA

[1] ACKOFF, R.L. , *Scientific Method* Wiley, New York, 1962.

[2] CRUM, R.L., LAUGHHUNN, D., PAYNE, J.W. , Risk Preference: Emprical Evidence and its Implications for Capital Budgeting, *Financial Issues in Corporate Project Selection*, Ed. F.G.J. Derkinderen, R.L. Crum, Martinus Nyhoff, Boston, 1981.

[3] ELIASHBERG, J., WINKLER, R.L. , The Role of Attitude Toward Risk in Strictly Competitive Decision-Making Situations, *Management Science*, Vol.24, s.1231-1241, August 1978.

[4] FISHBURN, P.C. , Theory versus Practice in Risk Analysis-An Emprical Study-A Comment, *The Accounting Review*, Vol.51, s.657-663, July 1976.

[5] FISHBURN, P.C. , Mean-Risk Analysis with Risk Associated with Below-Target Returns, *American Economic Review*, Vol.67, s.116-126, 1977.

[6] FRIEDMAN, M., SAVAGE, J.S. , The Utility Analysis of Choices Involving Risk, *Journal of Political Economy*, Vol.56, s.279-304, August 1948.

[7] GUPTA, S.K., COZZOLINO, J.M. , *Fundamentals of Operations Research for Management*, Holden Day, San Francisco, 1975.

[8] HAMMOND, J.S. , Simplifying the Choice Between Uncertain Prospects Where Preference is Nonlinear, *Management Science*, Vol.20, s.1047-1072, March 1974.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

[9] HARVEY, C.M. , Conditions on Risk Attitude for a Single Attribute, *Management Science*, Vol.27, s.190-203, February 1981.

[10] KAHNEMAN, D., TVERSKY, A. , Prospect Theory: An Analysis of Decisions Under Risk, *Econometrica*, Vol.47, s.262-291, 1979.

[11] LAUGHHUNN, D.J., PAYNE, J.W., CRUM, R.L. , Managerial Risk Preferences for Below-Target Returns, *Management Science*, Vol.26, s.1238-1249, December 1980.

[12] LIBBY, R., FISHBURN, P.C. , Behavioral Models of Risk Taking in Business Decisions : A Survey and Evaluation, *Journal of Accounting Research*, Vol.15, s. 272-292, 1977.

[13] MEDLİN, S.M. , The Value of Information in a Sealed Bidding Experiment, *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol. 24, s. 269-286, 1979.

[14] PAYNE, J.W., LAUGHHUNN, D.J., CRUM, R.L., Translation of Gambles and Aspiration Level Effects in Risky Choice Behavior, *Management Science*, Vol. 26, s. 1039-1060, October 1980.

[15] PRATT, J.W. , Risk Aversion in the Small and in the Large, *Econometrica*, Vol. 32, s. 122-136, January-April 1964.

[16] SEWALL, M.A. , A Decision Calculus Model for Contract Bidding, *Journal of Marketing*, Vol. 40, s. 92-98, October 1976.

[17] WINKLER, R.L. , *Introduction to Bayesian Inference and Decision*, Holt, Rinehart and Winston, Indiana, 1972.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ÜLKEMİZDE BAŞLICA GAZETELERİN SAHİP OLDUKLARI OKURLARIN ÇEŞİTLİ FAKTÖRLER İTİBARİYLE AYIRILMASI

Dr. İ. Bülent Ayyıldız
Marmara Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Özet

Son yıllarda Türk basın hayatına değişik anlayışlara sahip yeni gazeteler girmiş ve basın sektöründe yeni bir konpozisyon oluşmuştur. Aynı süre içinde gazetelerin sahip ve çalışanlar kadrosunda değişiklikler olurken, basınla ilgili bazı yasal düzenlemelere de tanık olmuş bulunuyoruz. Bu arada ülkemiz de hızlı politik,ekonomik ve sosyal gelişmeler içindedir.

Konuya has özel ve genel koşullar itibariyle gazetelerin verdikleri basın yayın hizmeti sonucu,her gazete belirli özelliklerdeki okur gruplarına sahiptirler.Bu okur gruplarının çeşitli faktörler itibariyle farklılaştıkları bir gerçektir.

Bu noktadan hareketle bildiride, gazete okur gruplarının birbirinden ayırılması olanağı incelenerek bir ayırıma gidilmiş,yapılan analizler sonucu okur gruplarının farklılaşması ve kullanılan ayırıcı faktörlerinin etkinlikleri belirlenerek basın sektöründe kendi okur gruplarını hazırlık açısından ışık tutacağı umulan bir sonuca varılmıştır.

I. GİRİŞ

Son yıllarda Türkiye hızlı politik, ekonomik ve sosyal gelişmeler içindedir. Bu bütünleşim süreci içindeki ülkemizin önemli sektörlerinden birisi de basındır. Basının, halkımızın aydınlatılması, eğitilmesi ve yönlendirilmesinde vermiş olduğu hizmetin önemi ve etkisi büyüktür. Birer özel kuruluş olan basın sektörü mensupları, vermiş

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

oldukları hizmetin yanında karlarını da maksimize etme amacı ile faaliyette bulunurlar. Sektörün kendine has koşulları nedeniyle halka verilen hizmet ile basın kuruluşlarının kar amacı dengelenmelidir. Bu dengenin kurulması sorumluluğu da büyük ölçüde yine basınımıza ve basının önemli kuruluşları olan gazetelere düşer. Gazetelerin, bu önemli sorumluluğun gereği doğrultusunda faaliyette bulunmaları gerekmektedir. Bu noktadan hareketle; gazetelerin, kendilerinin ve diğer gazetelerin okurlarının özelliklerini ve farklılıklarını anlamak ve bilmek zorundadırlar. Ancak bundan sonra söz konusu tarzda faaliyette bulunabilirler.

Gazetelerin sahip oldukları okur gruplarının, çeşitli faktörler itibarı ile farklılaştıkları bir gerçektir. İşte bu farklılıkların belirlenmesi, bir başka ifade ile gazetelerin sahip oldukları okur gruplarının ayırtılması amacıyla araştırmamızı başlatıp, gerçekleştirdik. Bildiride araştırmanın konusu, amacı ve kapsamı açıklandıktan sonra kullanılan analiz yöntemi olan diskriminant analizi de açıklanmıştır. Bundan sonra İstanbul'da yapılan araştırmada verilerin toplanması konusu ele alınarak örnek büyüklüğü ve örnekleme yöntemi anlatılmıştır. Daha sonra 5 gazete okur grupları itibariyle ele alınarak ikişerli gruplar halinde analizler yapılmış ve gerçekleştirilen 10 analizden bir tanesi örnek olarak açıklanmıştır. Son olarak tüm analizlerden elde edilen bilgilerin değerlendirilmesiyle sonuca gidilmiştir.

2. ARAŞTIRMANIN KONUSU, AMACI VE KAPSAMI

Araştırmanın konusu İstanbul ilinde yayınlanan gazetelerin yine İstanbul ilinde sahip oldukları gazete okur gruplarıdır. Gazete okurları, araştırma konusu olan grupların birimleri olarak kabul edilmekte olup, okudukları gazeteler itibariyle tanımlanmaktadırlar. Burada ele alınan okurlar, belirli bir gazeteyi sürekli okuyan kişilerdir. Birden fazla gazete okuyan kişilerin içinde, ikinci veya üçüncü bir gazeteyi satın almadan çeşitli kaynaklardan okuyan kişilerin sürekli okur olmadıkları, satın alanların da toplam içindeki sayısının fazla olmadığı kabul edilmiştir. Bunlara ilave olarak kullanılan diskriminant analizi yönteminin başarısında önemli bir faktör olan bağdaşmayan gruplar önem taşıdığı için bu tür okurlar araştırma konusunu oluşturan grupların dışında bırakılmışlardır. Sonuç olarak araştırma konusu olan gazete okur gruplarını, tek gazete okuyan, ama bu gazeteyi satın da alan okurlar oluşturmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Araştırmamızda gazete okurlarının özellikleri çeşitli değişkenler aracılığı ile araştırılmıştır. Araştırılan bu özellikleri belirleyen değişkenler, karşılıklı ilişkiler içinde bulundukları diskriminant fonksiyonu içinde değerlendirilerek gazetelerin sahip oldukları okur gruplarının ayırdedilmesi amaçlanmıştır. Bu arada gruplar, seçilen değişkenler itibariyle incelenerek grupların yapısını oluşturan faktörlerin nisbi önemleri ortaya çıkarılmış ve bu yolla grup yapısının belirlenmesine çalışılmıştır.

Çalışmamızda, diskriminant analizinin uygulandığı gruplar ; Milliyet, Hürriyet, Cumhuriyet ve Tercüman gazetelerı okurlarının oluşturmuş olduğu gruplardır. Ayrıca bu gazetelerin dışında kalan gazetelerin okurları da toplu olarak bir grup içinde değerlendirilmişlerdir. Söz konusu gazetelerin okur gruplarının ayırılmasın da kullanılan diskriminant analizi okur gruplarının ikişer ikişer ele alınması ile gerçekleştirilmiştir. Burada amaç, belirli bir gazetenin okurlarının oluşturduğu grup ile diğer gazetenin okurlarının oluşturduğu grup arasındaki farkları ortaya çıkarmaktır. Beş ayrı gazetenin sahip oldukları okurların oluşturdukları grupların hepsinin birden ele alınarak ayırılması ve grup farklılıklarının ortaya çıkarılmasının teorik ve pratik güçlüğünün yanında, grup farklılıklarına ilişkin olarak elde edilecek bilgilerin karmaşıklığı, elde edilen sonuçlardan yararlanma imkanını büyük ölçüde azaltacaktır. Bu nedenlerle, gazetelerin sahip oldukları okur grupları ikişer ikişer ele alınarak ayırılmaya ve farklılıkları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

3. KULLANILAN ANALİZ YÖNTEMİ

Analiz konumuz olan gazete okur gruplarının incelenmesi ve ayırımının gerçekleştirilmesi, çok sayıda faktörün veya değişkenin bir arada incelenmesi ile mümkündür. Bu çok değişkenli veri analizi de, bu alanda ortaya konmuş bulunan istatistiksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir.

Bir veya daha fazla değişkenin diğerlerine bağımlı olarak tayin edildiği bağımlılık (dependence) yöntemlerinde; tek bağımlı değişkenin, ikili ayırıma (başarılı-başarısız gibi) veya çoklu ayırıma (uzun-orta-kısa gibi) tabi olması nedeniyle kalitatif değişken olma özelliğine sahip olduğu durumlarda çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden diskriminant analizi uygundur. Diskriminant analizi toplam örneğin bir sınıflama değişkenine dayanarak gruplara ayırıldığı ve araştırılacak grup

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

farklılıklarını anlamak istediği durumlarda yararlı olur. Diskriminant analizi, kişilerin değişkenler üzerindeki değerlerinin bir doğrusal ağırlıklar seti aracılığıyla dönüşüme tabi tutulmasını gerektirir (10).

3.1. DİSKRİMİNANT ANALİZİ KAVRAMI

Diskriminant analizinin ana fikri; önceden belirlenmiş nüfusların (grupların) yapılarını, bu nüfuslardan çekilmiş örneklerden hareketle ve bir değişkenler seti yardımıyla ortaya çıkarmaktadır. Yapının belirlenmesinden sonra bir bireyi veya bireyler topluluğunu, bu bireylere ilişkin olarak yapılan gözlemler esasına göre önceden belirlenmiş bu nüfuslara atamaktadır (1).

1936 yılında Fisher ayırım problemini, iki veya daha fazla nüfusun çeşitli değişkenlerle ölçüldüğü durumda incelemiş olup, nüfusları en iyi şekilde ayıran bu değişkenlerin doğrusal kombinasyonuna özel bir ilgi göstermiştir. Bireyin nüfuslardan biri içinde sınıflanması için kullanılan bu ifadeye doğrusal diskriminant fonksiyonu adını vermiştir (4).

Çalışmamızda kullanılan ve iki grubu en iyi şekilde ayıracak olan Fisher'in doğrusal diskriminant fonksiyonu, bu iki grup arasındaki uzaklığın ölçüsünü maksimum yapma amacını gerçekleştiren doğrudur.

3.2. DİSKRİMİNANT FONKSİYONU VE FONKSİYONUN SINIFLAMA İŞLEMİNDE KULLANILMASI

Nüfusun, π_1 ve π_2 alt nüfuslarından (gruplarından) oluştuğunu, bu grupların kendi içindeki $\underset{\sim}{X}$ dağılımının çok değişkenli normal dağılıma uygun olduğunu varsayalım. Nüfus ölçümlerinin bir fonksiyonu olan doğrusal ifadenin iki grubu en iyi ayırabilecek kombinasyon olduğunu varsayarsak, bu ifade

$$Y = \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \ldots\ldots + \lambda_k X_k \qquad (1)$$

dir. Bu ifade de,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$\underset{\sim}{X} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \\ X_k \end{pmatrix}, \qquad \underset{\sim}{\lambda} = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \\ \lambda_k \end{pmatrix}$$

ve $\underset{\sim}{\lambda}'$, $\underset{\sim}{\lambda}$ 'nin transbozesi olmak üzere

$$Y = \begin{pmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \cdots\cdots & \lambda_k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \\ X_k \end{pmatrix}$$

şeklinde yazılır. Bunun vektor gösterimi de,

$$Y = \underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{X}$$

dür. Ayırma fonksiyonu bu şekilde ifade edildikten sonra, iki grubu en iyi şekilde ayıracak ağırlıklı katsayıları, yani $\underset{\sim}{\lambda}$ 'nü bulmak gerekir (1).

Yukarıda açıklanan doğrusal diskriminant fonksiyonunun, daha önce de açıklandığı gibi iki grup arasındaki uzaklığın ölçüsünü maksimum yapan doğrudur. Fisher bu uzaklık ölçüsü θ'yı , Y nin π_1 'deki ortalaması $\bar{Y}_1$ ve π_2 deki ortalaması $\bar{Y}_2$ 'nin farklarının karesinin , gruplar içi varyansa bölümü olarak tanımlamıştır. θ'yı bu tanım itibariyle yazacak olursak ,

$$\theta = \frac{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)^2}{V(Y)} \qquad (3)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

dir. $Y = \underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{X}$ olduğu yerde, Y'nin π_1'deki ortalaması $\bar{Y}_1 = \underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{\mu}_1$, π_2'deki ortalaması $\bar{Y}_2 = \underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{\mu}_2$ ve varyans-kovaryans matrisilerinin eşit olduğu, yani $\underset{\sim}{\Sigma}_1 = \underset{\sim}{\Sigma}_2 = \underset{\sim}{\Sigma}$ varsayarsak, π_1 ve π_2 gruplarının her biri için varyans $V(X) = \delta^2 = \underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{\Sigma} \underset{\sim}{\lambda}$ olmak üzere,

$$\theta = \frac{(\underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{\mu}_1 - \underset{\sim}{\lambda}_1 \underset{\sim}{\mu}_2)^2}{\underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{\Sigma} \underset{\sim}{\lambda}} = \frac{(\sum_{j=1}^{k} \lambda_j (\mu_{1j} - \mu_{2j}))^2}{\sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{k} \lambda_j \lambda_i \sigma_{ij}} \qquad (4)$$

şeklinde yazılabilir. İki grubu en iyi şekilde ayıracak olan doğru, bu iki grup arasındaki uzaklığın ölçüsü θ'yı maksimum yapacak olan doğrudur. θ'yı maksimum yapmak için; θ'nın, $\underset{\sim}{\lambda}$'ya göre kısmi türevinin alınıp bunun sıfıra eşitlenmesi ve $\underset{\sim}{\lambda}$ için çözülmesi yoluyla yapılabilir. Bu işlemin sonucunda $\underset{\sim}{\lambda}$ ağırlıklı katsayılar vektörü aşağıdaki gibi elde edilir (9).

$$\underset{\sim}{\lambda} = \underset{\sim}{\Sigma}^{-1} (\underset{\sim}{\mu}_1 - \underset{\sim}{\mu}_2) \qquad (5)$$

$\underset{\sim}{X}$'in doğrusal kombinasyonu $Y = \underset{\sim}{\lambda}' \underset{\sim}{X}$, (5)'deki ifadenin çözümü ile bulunabilir.

Eğer nüfus parametreleri bilinmiyorsa, parametreleri takdir etmek için π_1'den alınan n_1 örneği ve π_2'den alınan n_2 örneği kullanılır. Bu parametrelerin, $\underset{\sim}{\bar{X}}_1$, $\underset{\sim}{\bar{X}}_2$ ve $\underset{\sim}{S}$ tarafından takdir edilmeleri yaygın bir uygulamadır. Burada $\underset{\sim}{\bar{X}}_1$ ve $\underset{\sim}{\bar{X}}_2$ örnek ortalamaları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

vektörleri ve $\underset{\sim}{S}$ de $k \times k$ örnek varyans-kovaryans matrisidir. ($\underset{\sim}{S}_1 = \underset{\sim}{S}_2 = \underset{\sim}{S}$)

Doğrusal kombinasyon , takdir değerleri itibariyle aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$Y = (\underset{\sim}{\bar{X}}_1 - \underset{\sim}{\bar{X}}_2)' \; \underset{\sim}{S}^{-1} \; \underset{\sim}{X}$$

Nüfus kimliği bilinmeyen bir bireyi sınıflamak için doğrusal diskriminant fonksiyonu aşağıdaki gibi kullanılır (7):

$\underset{\sim}{X}$ karakterli bir bireyin fonksiyon değeri ;

$$Y = (\underset{\sim}{\bar{X}}_1 - \underset{\sim}{\bar{X}}_2)' \; \underset{\sim}{S}^{-1} \; \underset{\sim}{X} \quad .$$

$\bar{Y}_1$ 'e yani $\left\{ \bar{Y}_1 = (\underset{\sim}{\bar{X}}_1 - \underset{\sim}{\bar{X}}_2)' \; \underset{\sim}{S}^{-1} \; \underset{\sim}{\bar{X}}_1 \right\}$ 'e

$\bar{Y}_2$ değerinden , yani $\left\{ \bar{Y}_2 = (\underset{\sim}{\bar{X}}_1 - \underset{\sim}{\bar{X}}_2)' \; \underset{\sim}{S}^{-1} \; \underset{\sim}{\bar{X}}_2 \right\}$ 'den daha

yakınsa , π_1 'e ve aksi takdirde π_2 'ye atanır.

3.3. DISKRİMİNANT FONKSİYONU İLE İLGİLİ OLARAK HESAPLANAN ÖLÇÜLER VE TEST İSTATİSTİKLERİ

Araştırma sonuçlarının analizi SPSS paket programının bir alt programı olan diskriminant analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucu elde edilen ölçüler ve test istatistikler aşağıda açıklanmıştır(2-5).

Analizde Kullanılan Ölçüler :

- Eigenvalue

Diskriminant fonksiyonun nisbi öneminin bir ölçüsüdür. Tek bir

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

eigenvalue, eigenvalueler toplamının bir yüzdesi olarak verildiğinde ilgili fonksiyonun nisbi önemine ilişkin basit bir referansa sahip oluruz. Eigenvalue nun büyüklüğü diskriminant fonksiyonunun ayırma gücü ile ilgilidir. Eigenvalue büyüdükçe, diskriminant fonksiyonunun gücüde artar.

- **Kanonikal Korelasyon**

Bir ilgi ölçüsü olup, gruplar ve diskriminant fonksiyonu arasındaki bağlılığın derecesini özetler. Kanonikal korelasyon 0 ile 1 arasında değerler alır. Kanonikal korelasyonun değeri, fonksiyon ile grup üyeliğini belirleyen bağımlı değişkenin ne yakınlıkta bağlı olduğunu gösterir. Bu da, fonksiyonun grupları ayırma yeteneğinin bir ölçüsüdür.

Test İstatistikleri:

- **Wilks Lambda**

Çeşitli değişkenler (ayırma değişkenleri) üstündeki grup farklılıklarının çok değişkenli bir ölçüsüdür. Lambda ayırma değişkenleri içinde var olup, fonksiyonlar tarafından çıkarılmamış olan ayırma gücünün bir "ters" ölçüsüdür. Lambdanın bir ters ölçü olması nedeniyle, bu kriterin küçük değerleri kullanılan değişkenlerin grupları ayırmada etkin olduğu anlamına gelmektedir. Sıfıra yakın lambda değerleri ise etkin bir ayırımı ifade eder. ($0 \leq WL \leq 1$)

- **Ki-Kare İstatistiği**

Diskriminant analizi programında hesaplanan test istatistiklerinden ki-kare ile birlikte, anlam seviyesi de hesaplanmaktadır. Bulunan anlam seviyesi, ki-kare istatistiğinin yeterli büyüklükte olup olmadığını belirtir. Hiçbir fonksiyon elde edilmeden önce hesaplanan ki-kare'nin anlam seviyesine göre yeterli büyüklükte olduğu belirlenirse, incelenen gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğuna karar verilir. Bu inceleme aynı zamanda elde edilecek fonksiyonun anlamlı olduğunu ortaya koyar.

4. VERİLERİN TOPLANMASI

Gazetelerin sahip oldukları okur gruplarının ayırılması ve grupların yapısal özelliklerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu araştırmada veriler, İstanbul'da 1985 yılı sonbaharında toplanmıştır. Gazete okurlarının üstünde ölçümler yapmak üzere 23 değişken belirlenmiştir. Bu

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

değişkenlerden bir tanesi kişilerin hangi gazetenin okuru olduğunun tanımlanmasında kullanılmıştır. Diğer 22 değişken ise, sosyo-ekonomik ve demografik, kişilik ve alıcı davranışı değişkenleri olup, bunlar ayırma değişkenleri veya bağımsız değişkenler olarak tanımlanmışlardır.

Analizlerde kullanılan değişkenler aşağıda verilmiştir.

X_1: Yeni Dostluklar Kurmakta Güçlük Çeker misiniz?

(1. Evet 2. Hayır)

X_2: Değişikliklere Açıklık (Toplumsal Yaşam Tarzında Meydana Gelen Değişikliklere Uyum)

(1.Değişikliğe Karşı, 2. Değişiklik Yanlısı 3. İleri Ölçüde Değişiklik Yanlısı)

X_3: İnsan İlişkilerinde Tutum

(1. Otoriter 2.Demokrat)

X_4: Toplumsal Olaylardaki Hareket Tarzı

(1. Önder 2. İzleyici 3. İlgisiz)

X_5: Mal ve Hizmet Temininde Tercihi Etkileyen Faktörler

(1. Çevreye Uyma 2. Prestij(Saygınlık/Nüfus) 3.Kişisel Karar 4.Fiyat 5. Alışkanlık 6. Diğer)

X_6: Boş Zamanları Değerlendirme Şekli

(1. Sinema, Tiyatro ve Benzeri Faaliyetler-TV Seyretmek Dahil- 2. Spor, Müzik ve Sanat Faaliyetleri 3. Kitap Okuma 4. Sosyal ve Politik Faaliyetler 5. Diğer)

X_7: Okunan Kitabın Türü

(1.Edebiyat-Sanat 2.Bilimsel-Teknik 3.Sosyal-Politik 4.Spor-Macera 5.diğer)

X_8: Kulüp, Birlik veya Benzeri Bir Kuruluşa Üye Olma

(1. Evet 2. Hayır)

X_9: Üye Olunan Kuruluşun Türü

(1. Meslek Kuruluşu 2. Sportif Kuruluş 3.Sanat Kuruluşu 4. Politik Kuruluş 5. Sosyal ve Kültürel Kuruluş 6. Diğer)

X_{10}: Moda'yı Yakından Takip Etme

(1. Evet 2. Hayır)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

X_{11}: İnandığınız Konularda Tartışma Kabul Edermisiniz?

(1. Evet 2. Hayır)

X_{12}: Sohbet Toplantılarında Genelde Konuşan Durumunda mı Yoksa Dinleyici Durumunda mıOlursunuz?

(1. Konuşan 2. Dinleyici)

X_{13}: Alışverişlerinizi Tek Başınıza mı Yoksa Başka Bir Kimse İle Birlikte mi Yaparsınız?

(1. Tek başına 2.Başka Bir Kimse İle Birlikte)

X_{14}: Cinsiyet

(1.Erkek 2. Kadın)

X_{15}: Yaş

(1. 18-27 2. 28-37 3. 38-47 4. 48-57 5. 58 +)

X_{16}: Medeni Durum

(1. Bekar 2. Evli)

X_{17}: Aile Büyüklüğü

(1. Yanlız Yaşayan 2. İki Kişi 3. Üç Kisi 4. Dört Kişi 5. Dörtten Fazla)

X_{18}: Gelir Düzeyi

(1. 20.000 - 60.000 2. 60.000 - 100.000 3. 100.000-140.000 4. 140.000 - 180.000 5. 180.000 +)

X_{19}: Eğitim Durumu

(1. Okur-Yazar 2.İlkokul 3. Ortaokul 4. Yüksekokul)

X_{20}: Meslek

(1. Ev Kadını 2. Esnaf 3. Öğrenci 4. Memur 5. İşçi 6. Teknik Eleman 7. Sosyal Bilimci 8. Sağlık Bilimci 9. Tüccar 10. Satıcı 11. Diğer)

X_{21}: İş Durumu

(1. Ücretli-Maaşlı 2. Serbest 3. İşveren 4. Ev Kadını 5. Öğrenci 6. Diğer)

X_{22}: Okunan Gazete veya Gazeteler

(1. Milliyet 2. Hürriyet 3. Cumhuriyet 4. Tercüman 5. Diğer)

X_{23}: Aşağıda Okunan Cümleleri Onaylayıp Onaylamadığınızı Söyleyiniz.

(1. Spor ile ilgili haber ve yorumlar benim için önemlidir.

2. Bilim, sağlık ve eğitim ile ilgili yazılar hep ilgimi çekmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. Magazin haberlerini tercih ederim.
4. Sanat etkinliklerine ilişin haber, yorum ve tenkitler gazetelerde kesinlikle yer almalıdır.
5. İç politika ve Türkiye'nin çıkarları ile ilgili dış politika haber ve yorumlarını yakından izlerim.
6. Köşe yazarlarının yazıları, olayların yorumu açısından vazgeçilmez bilgi kaynağımdır.)

4.1. ÖRNEK BÜYÜKLÜĞÜ

Diskriminant analizi için gerekli olan örnek büyüklüğüyle ilgili çalışmalar Lachenbruch (1968) ile Wahl ve Kronmal (1977) tarafından yapılmıştır. Lachenbruch örnek büyüklüklerini hesaplarken, kullanılan değişkenlerin dağılımlarının normal dağılıma uygun olduğunu varsaymıştır. Lachenbruch hesaplanacak parametre sayısının 8 olması halinde minimum örnek büyüklüğünün 11, maksimum örnek büyüklüğünün ise 172 olması gerektiğini, hesaplanacak parametre sayısının 10 olması halinde minimum örnek büyüklüğünün 13, maksimum örnek büyüklüğünün 213 olması gerektiğini ve hesaplanacak parametre sayısının 20 olması halinde minimum örnek büyüklüğünün 23, maksimum örnek büyüklüğünün 421 olması gerektiğini ifade etmiştir (6). Örnek büyüklüklerinin minimum ve maksimum değerler arasındaki değişimi çeşitli (Mahalanobis uzaklığı) ve (optimum hata oranı) değerlerine bağlanmaktadır.

Wahl ve Kronmal ise yeterli örnek büyüklüklerini hesaplanacak parametre sayısı itibariyle belirlemişlerdir. Onların önerilerine göre dört parametre için gerekli olan örnek büyüklüğü 25 dir. Sonra her ilave iki parametre için örneğe 25 gözlemin ilave edilmesi gerekmektedir (12).

Daha önce belirtildiği gibi okurlar üstünde yapılan ölçümler 23 değişken itibariyle yapılmış olmakla birlikte , analiz sırasında en uygun değişkenlerin seçimi sonucu çeşitli analizler itibariyle hesaplanan parametre sayısı azalarak 8 ile 12 arasında değişmiştir. Tüm gazete okurları arasından daha sonra da açıklanacağı gibi kota örneklemesi yoluyla 1000 kişilik bir örnek seçilerek , gazetelerin sahip oldukları okur gruplarını temsil eden örnek büyüklükleri doğal haline bırakılmıştır. Bunun sonucunda , örnek büyüklükleri Milliyet için 156 , Hürriyet için 189,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Cumhuriyet için 83, Tercüman için 30 ve diğer gazeteler için 207 çıkmıştır. Alınan örnek büyüklüklerinin , Lachenbruch' un önerilerine uygun düştüğü belirlenmiş olup , Wahl ve Kronmal' ın önerileri ile sahip olunan örnek büyüklükleri karşılaştırıldığında bazı analizler için örnek büyüklüklerinin, yeterli bazıları için de yetersiz olduğu görülmüştür. Sonuç olarak zaman , insan gücü ve para gibi kaynakların sınırlı olması nedeniyle sahip olunan örnek büyüklüklerinin analizler için yeterli olduğu kabul edilmiştir.

4.2. ÖRNEKLEME YÖNTEMİ

Genellikle sosyo-ekonomik anketlerde (pazar araştırması , eğitim araştırması v.s. gibi) ve araştırmamızda da kullanılan kota örneklemesi yöntemi bir nüfusun çeşitli karakterleri arasındaki korelasyon varsayımına dayanır. Numunenin iyi seçilmesi halinde, numune üzerinde yapılan anket sonuçları nüfusu temsil etme yeteneğine fazlaca sahip olabilirler. Nümunenin , nüfus üzerinde karar verilebilecek nitelikte seçilen karakterleri ise " kontrol değişkenleri " olarak adlandırılır. Kota yöntemini uygulayabilmek için, kontrol değişkenlerinden oluşan nüfusun dağılmasını bilmek gerekir. Nüfus içinde yer alan kontrol değişkenlerinden çeşitli tipte olanları belirli bir sondaj oranına göre alınarak , kotalar tespit edilir. Bu kotalar anketçilere verilerek, her bir anketçinin her sınıftan kaç kişiyle görüşme yapacağı bulunur. Anketçi kendisine verilen bu sayılara göre o sınıftaki kimselerle anketini yapıp , sonuçlarını değerlendirmek üzere , analizi yapacak olan uzman veya uzmanlar grubuna verir (11).

Çalışmamızda kontrol değişkenleri olarak , cinsiyet , yaş ve sosyo-ekonomik sınıflar alınmıştır. Bu değişkenlerin nüfus içindeki dağılımları Devlet İstatistik Enstitüsü 'nün 12 Ekim 1980 tarihinde yapılan nüfus sayımında , İstanbul ili için elde ettiği sonuçların yer aldığı yayından (3) alınıp, erkek ve kadın cinsiyetleri itibariyle yaş sınıfları ile sosyo-ekonomik sınıflar ele alınarak uygulamada kullanılan kotalar oluşturulmuştur. Tablo 1 ve 2 'de yer alan bu kotalar yardımıyla belirlenen örneği oluşturan gazete okurlarından bilgiler anket yapılarak derlenmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO 1

ERKEK CİNSİYETİNİN YAŞ VE SOSYO-EKONOMİK SINIFLARA GÖRE KOTALARI

ERKEK			Sosyo-Ekonomik Sınıflar				Toplam
			A	B_1	B_2	C	
		%	16	11	43	30	100
Yaş Sınıfları	18 - 27	36	30	21	80	56	187
	28 - 37	25	21	14	56	39	130
	38 - 47	16	13	9	36	25	83
	48 - 57	13	10	8	30	20	68
	58 +	10	8	6	22	16	52
Toplam		100	82	58	224	156	520

TABLO 2

KADIN CİNSİYETİNİN YAŞ ve SOSYO-EKONOMİK SINIFLARA GÖRE KOTALARI

KADIN			Sosyo-Ekonomik Sınıflar				Toplam
			A	B_1	B_2	C	
		%	16	14	40	30	100
Yaş Sınıfları	18 - 27	34	26	22	65	50	163
	28 - 37	23	18	16	44	33	111
	38 - 47	16	12	11	31	23	77
	48 - 57	13	10	9	25	18	62
	58 +	14	11	9	27	20	67
Toplam		100	77	67	192	144	480

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

5. VERİLERİN ANALİZİ

Analizlerin amacı , daha önce de belirttiğimiz gibi İstanbul'da yayınlanan gazetelerin ,yine İstanbul'da sahip oldukları okur gruplarını ayırmaktadır. Diskriminant analizi yönteminin kullanılmasıyla ayırımı yapılmaya çalışılan gazete okur grupları, grupların ikişer ikişer ele alınmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu durumda okur grupları itibarıyle ele alınan gazete çiftlerinin analizleri ,

A . 1 : Milliyet (1) - Hürriyet (2)
A . 2 : Milliyet (1) - Cumhuriyet (3)
A . 3 : Milliyet (1) - Tercüman (4)
A . 4 : Milliyet (1) - Diğer (5)
A . 5 : Hürriyet (2) - Cumhuriyet (3)
A . 6 : Hürriyet (2) - Tercüman (4)
A . 7 : Hürriyet (2) - Diğer (5)
A . 8 : Cumhuriyet (3) - Tercüman (4)
A . 9 : Cumhuriyet (3) - Diğer (5)
A .10 : Tercüman (4) - Diğer (5)

şeklinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlere 22 bağımsız değişken ile başlanmış olmakla birlikte , Mahalanobis uzaklığının maksimum yapılmasını esas alan aşamalı yöntemin kullanılması ile en iyi değişkenler alt seti seçilmiş ve analizler seçilmiş bulunan en iyi değişkenler alt seti ile yürütülmüştür .Seçilmiş bulunan değişkenlerin sayısı analizler sırasında 8 ile 12 arasında değişmiştir.

Analizlerde amaç , gazetelerin sahip oldukları okur gruplarının ayırımının yapılmasında ve daha sonra da bu grupların yapısal özelliklerinin ortaya çıkarılmasında kullanılacak "başarılı" veya "yeterli" bir fonksiyon bulmaktır. Burada "başarılı" veya "yeterli" fonksiyon ile anlatılmak istenen , bir şans modeli kullanılarak yapılacak tesadüfi sınıflandırmadan elde edilecek doğru sınıflama ihtimaline göre , istatistiksel olarak anlamlı derecede büyük bir doğru sınıflama ihtimaline sahip olan fonksiyondur.

Yukarıda belirtilen 10 analizden , örnek olarak alınan Hürriyet ve Tercüman gazetelerinin sahip oldukları okur gruplarının ayırılması ile ilgili analizin sonuçları ve bu sonuçların değerlendirilmesi aşağıda verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- Hürriyet ve Tercüman Gazetelerinin Sahip Oldukları Okur Gruplarının Ayırılmasında Diskriminant Analizi:

Tablo 3 'de Hürriyet ve Tercüman gazetelerinin okur gruplarının ayırılması ile ilgili olarak yapılan diskriminant analizinin sonuçları verilmektedir.

Hürriyet ve Tercüman gazetelerinin sahip oldukları okur gruplarının analizinde, Hürriyet okurları birinci grubu (n_1 =189), Tercüman okurları da ikinci grubu (n_2 = 30) oluşturmaktadır. Analizde aşamalı yöntemin kullanılması ile en iyi değişkenler alt seti seçilmiş ve analiz bu değişkenler ile yürütülmüştür. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıdaya pılmıştır.

1. Aşama - Eigenvalue ve Kanonikal Korelasyona Göre Değerlendirme:

Analizde elde edilen eigenvalue 0,30718 ' dir. Bu değer, diskriminant fonksiyonunun Hürriyet ve Tercüman gazetelerinin sahip oldukları okur gruplarının ayırılmasında belirli bir ayırma gücüne sahip olduğunu göstermektedir. Kanonikal korelasyon 0,485 olarak hesaplanmıştır. Bu ise diskriminant fonksiyonu ile Hürriyet ve Tercüman gazetelerinin sahip oldukları okur grupları arasında orta derecede bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir.

2 Aşama - Wilks Lambda ve Ki-Kareye Göre Değerlendirme:

Fonksiyon elde edilmeden önce hesaplanan Wilks lambda 0,7650 olarak bulunmuştur. Bu değer, ayırma değişkenlerinin yeterli bir ayırma gücüne sahip olduklarını göstermektedir. 9 serbestlik dereceli ki-kareli değeri 56,923 ve anlam seviyesi ise 0,000 olarak hesaplanmıştır. Anlam seviyesi, hesaplanmış bulunan ki-kareden daha büyük bir ki- kare bulunması ihtimalinin 0,001 den küçük olduğunu, yani ki-karenin yeterli büyüklükte olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak incelenen okur grupları arasında anlamlı farklılıklar olduğuna ve aynı zamanda diskriminant fonksiyonunun da anlamlı olduğuna karar verilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO 3

HURRIYET VE TERCUMAN GAZETELERININ SAHIP OLDUKLARI OKUR GRUPLARININ AYIRLMASI AMACIYLA YAPILAN DISKRIMINANT ANALIZI SONUÇLARI

HURRIYET - TERCUMAN	A . 6	YONTEM = MAHAL

$n_1 = 169$ $n_2 = 30$

OZDEGER	KANONIKAL KORELASYON		WILKS LAMBDA	KI-KARE	S. D.	ANLAM SEVIYESI
0,30718	0,485		0,7650	56,923	9	0,000

X_1	STANDART KATSAYILAR
X_2	-0,55006
X_4	0,29977
X_7	0,13548
X_8	-0,26276
X_{43}	-0,23298
X_{44}	-0,53704
X_{47}	0,13233
X_{49}	-0,17308
X_{25}	0,27132

SENTROIDLER	
GRUP 1	GRUP 2
-0,19270	1,21397

MAHALANOBIS UZAKLIGI
1,40667

GERCEK GRUP	OLAY SAYISI	TAHMIN EDILEN GRUP UYELIGI			
		GRUP 1		GRUP 2	
GRUP 1	169	152	% 80,4	37	% 19,6
GRUP 2	30	7	% 23,3	23	% 76,7

. DOGRU OLARAK SINIFLANMIS OLAYLARIN YUZDESI : % 79,91

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu da ki-karenin yeterli büyüklükte olduğunu gösterir. Bunun sonucunda incelenen gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğuna ve ayrıştırmanda elde edilmiş bulunan diskriminant fonksiyonunun da anlamlı bir fonksiyon olduğuna kanaat verilir.

3. Aşama : Sınıflama Sonuçlarına Göre Yapılan Değerlendirme :

Analizde grup üyeliği bilinen olayların sınıflandırılması sonucu, doğru olarak sınıflanan olayların yüzdesi 79,91 'dir. Bir başka ifade ile doğru sınıflama ihtimali % 79,91 'dir. Daha önce de açıklandığı gibi doğru sınıflama ihtimali fonksiyonun yeterliliğinin veya başarısının bir ölçüsüdür. Fakat fonksiyonun başarılı veya yeterli olup olmadığı hususunda kesin karar verebilmek için bu ölçünün tesadüfi sınıflandırmadan elde edilecek doğru sınıflama ihtimaline göre anlamlı seviyede bir büyüklüğe sahip olması gerekir. Bunu test edebilmek için ilk önce tesadüfi sınıflandırmadan elde edilecek doğru sınıflama ihtimalinin bulunması gerekir.

Tesadüfi sınıflandırmadan elde edilecek doğru sınıflama ihtimalinin hesabı için , Donald G. Morrison 'un önerdiği şans modeli şu şekildedir (8).

$$P(\text{Doğru}) = p\alpha + (1-p)(1-\alpha)$$

Burada ;

p : Birinci grupta yer alan olayların gerçek oranı,

α : Diskriminant analizinde , birinci grup olayları olarak sınıflandırılan olayların oranı

dır.

Analizimiz için tesadüfi sınıflandırmadan elde edilecek doğru sınıflama ihtimalinin hesabında bu modeli kullanalım.

$p = (189 / 219)$ $\alpha = (159/219)$

$P(\text{Doğru}) = (189/219)(159/219) + (1-189/219)(1-159/219)$

$P(\text{Doğru}) = 0,664$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

dür. Analizden elde edilen doğru sınıflanma ihtimali 0,799 'un , tesadüfi sınıflandırmadan elde edilen doğru sınıflama ihtimali 0,664 'den anlamlı seviyede büyük olup olmadığının testi aşağıda yapılmıştır.

H_0 : P = 0,664 n = 219

H_1 : P > 0,664 p = 0,799

Anlam seviyesi : $\alpha = 0,01$

$$t = \frac{0,767 - 0,664}{\sqrt{\frac{(0,664)(0,336)}{219}}} = 3,32 \qquad t = t_{\alpha\ 0,01} = 2,33$$

$t > t_{\alpha}$

olduğu için H_0 reddedilerek H_1 kabul edilir. Yani diskriminant analizinden elde edilen doğru sınıflama ihtimali, tesadüfi sınıflandırmadan elde edilen doğru sınıflama ihtimaline göre anlamlıbir büyüklüğe sahiptir. Sonuç olarak diskriminant fonksiyonunun başarılı veya yeterli olduğuna karar verilir.

4 Aşama - Standart Katsayılara Göre Değerlendirme :

Analiz en iyi değişkenler alt seti ile gerçekleştirilmiş olup, Hürriyet ve Tercüman gazetelerinin okur grupları birbirlerinden özellikle X_2 , X_4 , X_7 , X_8 , X_{13} , X_{14} ,X_{17}, X_{19} , ve X_{23} değişkenleri itibartiyle farklılık göstermekte veya ayırılmaktadırlar. Değişkenler ayırma güçleri itibarfiyle şu şekilde sıralanmaktadırlar.

(-0,55006) X_2 -Değişiklere (Yeniliklere) Açık Olup Olmama

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(-0,53704) X_{14} - Cinsiyet

(0,29977) X_4 - Toplumsal Olaylardaki Hareket Tarzı

(0,27132) X_{23} - İlgi Duyulan Gazetecilik Hizmetleri

(-0,26276) X_8 - Herhangi Bir Kulüp, Birlik (sendika) Veya Bir Kuruluşa Üye Olup Olmama

(-0,23298) X_{13} - Alışverişleri Tek Başına Yapıp Yapmama

(-0,17308) X_{19} - Eğitim Durumu

(0,13543) X_7 - Okunan kitap türü

(0,13233) X_{17} - Aile büyüklüğü

Değişkenlerin katsayıları gözönüne alınırsa, pozitif katsayılı değişkenlerin (X_4 , X_7 , X_{17} , X_{23}) bir okurun özellikle Tercüman okuru olmasında negatif katsayılı değişkenlerin (X_2 , X_8 , X_{13} , X_{14} , X_{19}) ise özellikle Hürriyet okuru olmasında etkili oldukları sonucuna varılır.

5.1. ANALİZ SONUÇLARININ TOPLU OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırma konusu olarak seçilen Milliyet, Hürriyet, Cumhuriyet, Tercüman ve diğer gazetelerin okur gruplarının ayırılması, gazetelerin ikişer ikişer ele alınması ve toplam 10 analizin yapılması ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler okur grupları arasında anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. Analizlerde elde edilen diskriminant fonksiyonlarının başarılı olup olmadığı, ilgili fonksiyon için analizde elde edilen doğru sınıflama ihtimalinin, tesadüfi sınıflandırmadan elde edilen doğru sınıflama ihtimaline göre test edilmesiyle belirlenmiştir. Yapılan testler sonucu fonksiyonlardan elde edilen doğru sınıflama ihtimallerinin,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

tesadüfi sınıflandırmalardan elde edilen doğru sınıflama ihtimallerine göre anlamlı bir büyüklüğe sahip oldukları anlaşılmıştır. Bir başka deyişle tüm diskriminant fonksiyonlarının başarılı veya yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diskriminant fonksiyonları başarılarına (Doğru sınıflama ihtimallerine) göre aşağıdaki şekilde sıralanmışlardır.

DİSKRİMİNANT FONKSİYONLARININ BAŞARILARI İTİBARİ İLE DİSKRİMİNANT ANALİZLERİ

Analizler	Doğru Sınıflama İhtimali
Cumhuriyet-Tercüman	0.8407
Hürriyet-Tercüman	0.7991
Milliyet-Tercüman	0.7903
Cumhuriyet-Diğer	0.7793
Tercüman-Diğer	0.7299
Hürriyet-Cumhuriyet	0.7058
Milliyet-Diğer	0.6970
Hürriyet-Diğer	0.6970
Milliyet-Cumhuriyet	0.6820
Milliyet-Hürriyet	0.6290

Tablonun incelenmesinden anlaşılacağı gibi, genel yapıları açısından ileri ölçüde farklılık gösteren gazete okur gruplarının (Cumhuriyet-Tercüman gibi) ayırılmasında, diskriminant fonksiyonları bir hayli başarılı iken, yapıları açısından ileri ölçüde farklılık göstermeyen gazetelerin okur gruplarının (Milliyet-Hürriyet gibi) ayırılmasında diskriminant fonksiyonları daha az başarılıdır. Bundan başka, Tercüman gazetesi okurlarının yer aldığı analizlerde elde edilen diskriminant fonksiyonlarının başarılarına göre ilk sıralarda yer almaları Tercüman gazetesi okurlarının tüm gazete okurlarından oldukça farklı ve homojen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Tercüman kadar olmamakla birlikte Cumhuriyet gazetesi okurları da benzer eğilim göstermektedir. Ayırma çalışmalarımızın öncesindede sezgisel olarak bilinen bu durum analizler ile de kanıtlanmış olmaktadır.

Yapılan analizlerde aşamalı yöntem kullanılarak en iyi değişken alt setleri seçilmiştir. Bu alt setlerde yer alan değişkenlerin incelenmesi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

sonucu, değişkenler kullanıldıkları analiz sayısı itibarı ile aşağıda verilmiştir.

DEĞİŞKENLERİN KULLANILDIKLARI ANALİZ SAYISI İTİBARİYLE SIRALANIŞI

Analiz Sayısı	Değişkenler
8	Cinsiyet
7	Eğitim durumu
7	Medeni durum
7	Alışverişleri tekbaşına yapıp, yapmama
6	Değişikliklere açık olup,olmama
6	Toplusal olaylarda hareket tarzı
6	Herhangi bir kuruluş veya birliğe üye olup, olmama
6	İlgi duyulan gazetecilik hizmetleri
5	Yaş
5	Gelir düzeyi
5	İş durumu
4	İnsan ilişkilerinde tutum
4	Mal ve hizmet temininde Tercih edilen faktörler
4	Modayı takip
3	Boş zamanları değerlendirme şekli
3	Üye olunan kuruluşun türü
3	İnanılan konularda tartışma kabul edip etmeme
2	Yeni dostluklar kurmakta güçlük çekip çekmeme
2	Okunan kitap türü
2	Sohbet toplantılarındaki tutum
2	Aile büyüklüğü
0	Meslek

faktorün incelenmesinden anlaşılacağı gibi analizlerde en çok yer alan, cinsiyet(8), eğitim durumu (7) ve medeni durum(7) gibi sosyo-ekonomik ve demografik değişkenlerdir. Daha sonra Psikografik (kişilik) değişkenleri gelmekle olup, bunların arkasından 5 analizde

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

kullanılan yaş, gelir düzeyi ve iş durumu gibi yine sosyo ekonomik ve demografik değişkenler gelmektedir. 4 ile 2 analiz arasında yer alan değişkenler ise kişilik ve alıcı davranışı değişkenleridir. Analizlerden çıkan ilginç bir sonuç ise meslek değişkenin hiçbir analiz için seçilmemiş olmasıdır. Bu da meslek değişkenin iyi bir ayırma değişkeni olmadığını göstermektedir. Diskriminant analizlerinin başarısı, ilave edilecek bazı değişkenler ile arttırılabilinir. Örneğin, siyasi eğilimler ile ilgili değişkenlerin konumuz açısından etkili değişkenler olduğuna inanılmaktadır.

6. SONUÇ

Sonuç olarak, analizlerde kullanılan diskriminant analizi yöntemi ile gazete okur gruplarının ayırılması sağlanmıştır. Elde edilen diskriminant fonksiyonlarının, yapılan testler sonucunda yeterli ve başarılı olduğu da belirlenmiştir.

Analizlerden elde edilen sonuçlardan iki şekilde yararlanılabilinir:

1) Her bir gazete kendi okur gruplarını daha iyi tanıma imkanını elde ederek, verdikleri hizmetleri onların beklentileri doğrultusunda gerçekleştirebilirler. Bu da iki yönlü yarar sağlar.

- Kendi okurlarının tatmin edilmemiş beklentilerinin karşılanması ve
- Kendi okurlarının ilgi ve beklentilerinin dışında kalan hizmetlerden vazgeçilerek sağlanan kaynak tasarrufudur.

2) Gazetenin, diğer gazete okurlarının özelliklerini de tanıması ve belirlenmesi sonucu, bu okurlara da hitap edebilecek hizmetler vererek, okur sayısını arttırabilir veya bu okurların özellikleri ve beklentileri doğrultusunda yeni bir gazete çıkarabilir.

Tüm bu çalışmaların en önemli özelliği, birer tüketici durumunda olan gazete okurlarının tatminini esas alması nedeniyle daha bilinçli gazete okurlarının yetişmesini sağlama gibi sosyal yönlü bir faydaya sahip olmasıdır. Günlük gazete okurları oranının 0.087 olduğu ve bu oranla dünya sıralamasında 57. sırada olan ülkemizin, bu şekilde verilecek gazetecilik hizmetleri ile okur oranını umulan şekilde yükseltip daha üst sıralarda yer alacağına inanıyoruz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

(1) AYYILDIZ, Bülent , "Pazar Bölümlemesinde Ayırma Analizi Ve Bir Uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, 1986.

(2) COOLEY, William W. ve LOHNES, Paul R., "Multivariate Data Analysis", John Wiley And Sons, Inc., NewYork, 1971.

(3) Devlet İstatistik Enstitüsü , "Genel Nüfus Sayımı, Nüfusun Sosyal ve Ekonomik Nitelikleri, 12.10.1980, III: İstanbul",Yayın No:990-17,DİE Matbaası, Ankara, 1983.

(4) FISHER, Ronald A, "The Use Of Multiple Measurements In Taxonomic Problems, Contributions To Mathematical Statistics", John Wiley And Sons, Inc., NewYork, 1950.

(5) KLECKA, William , "Discriminant Analysis," H. Norman Nie,et.al ,(eds.), Statistical Package For Social Sciences, McGraw-Hill Book Company, New York, 1975.

(6) LACHENBURG, Peter A., "Discriminant Analysis", Hafner Press, NewYork, 1975.

(7) MORRISON, Donald F., "Multivariate Statistical Methods", McGraw-Hill Book Company, Inc., NewYork, 1976.

(8) MORRISSON, Donald G., "Interpretation Of Discriminant Analysis", Edited By David A. Baker, Multivariate Analysis In Marketing Theory And Applications, Wadsworth Publishing Company Inc., Belmont California, 1971.

(9) STOPHER Peter R. ve MEYBURG Armin H., "Survey Sampling And Multivariate Analysis For Social Scientist And Engineers",Lexington Books, D.C. Heath and Company, Lexington, 1979.

(10) TOKOL Tuncer,"Pazarlama Araştırması", Uludağ Üniversitesi Yayınları, Yayın No:3-041-0115, U.Ü. Basımevi, Bursa, 1984.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(11) VURAN, Ateş, "İstatistik III", İ.İ.T.İ.A. Nihad Sayar Yayın ve Yardım Vakfı Yayınları, No:351-584, Met/Er Matbaası, İstanbul, 1981.

(12) WAHL, Patricia W. ve KRONMAL RICHARD A., "Discriminant Functions When Covariances Are Unequal And Sample Sizes Are Moderate", Biometrics,33,1977.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

KALİTE KONTROL SİMÜLASYONU

Seçkin POLAT
İ.T.Ü. İşletme Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Maçka/İSTANBUL

Mutafa ÖZPINAR
NASAŞ Al.San. A.Ş.
Dilovası /GEBZE

Sunulacak çalışmada amaç, kalite kontrol faaliyetlerine simülasyon yöntemiyle yaklaşımın nasıl olacağı ve sistemin nasıl kurulacağıdır. Burada kalite kontrol faaliyetiyle anlatılmak istenen, bir Ürünün kalitesinin oluşturulmasında önemli rol oynayan çevreden alınan hammadde, yarı mamul veya yan ürünlerin kalitesini ölçmek için yaptığımız faaliyetlerdir. Kalite kontrol, üretim sisteminin bir alt sistemi olarak düşünülüp, çevresini imalat, stok, satın alma sistemlerinin oluşturduğu öngörülmüştür. Bunlara göre kalite kontrol sisteminin çevresinde hangi tür bilgiler alacağı ve bu bilgileri nasıl değerlendireceği ortaya konulmuştur. Diğer yandan öteki sistemlerin birbirleriyle olan ilişkileride gösterilmiştir. Simülasyon çalışmasının amacı olarak ise farklı kontrol elemanı sayısı ve kritik envanter seviyesi için kontrol elemanı ve Üretim boş zamanlarının ne olacağının tesbiti seçilmiştir. Bu amaç çerçevesinde, sistemin elemanları iç, dış, durum değişkenleri olarak tanımlanmış ve özdeşlikler yazılmıştır. Simülasyon akış diyagramı kurulup, buna uygun bilgisayar programları yazılmaya başlanmıştır.

GİRİŞ

Çalışmada kalite kontrol kavramıyla anlatılmak istenen şudur ; Ürünün kalitesinin oluşturulmasındeki faktörlerden biride üretimde kullanılan hammadde, yarı mamul, yan ürünlerin kalitesidir. Bu kalite değerini ölçmek için yaptığımız çalışmalar, gelen

malzemelerin ydaha önceden saptanan çalışma planlarına göre yapmış olduğumuz kontrol faaliyetleridir. Burada bu ayrımı yapmamızın nedeni kalite kontrol faaliyetlerinin üretimin diğer aşamalarında da yapılması nedeniyledir.

Bu konuda simülasyon çalışmasının yapılmasının nedenleri şunlardır.

1- Sistemin karmaşıklığının yüksek olması, dolayısıyla analitik olarak çözmenin zor olması,

2- Simülasyonun bir deneme yöntemi olması bu tür bir konuda deney şartlarını ve varsayımları kurarak olayların yaşatılmasının ve sonuçların neler olabileceğini bize sağlamasıdır.

Çalışmanın temel felsefesi [1]'e dayanmaktadır. Çalışmamızın amacına uygun olarak sisitemin analizini yaptığımızda şu sonuçları görürüz.

Sistem adı : Kalite kontrol

Sistem hiyerarşisindeki yeri: İşletme düzeyi

Üst sistem : Üretim sistemi

Sisten amacı : Üretim sisteminin amacı doğrultusunda kalite planlarına göre gelen malzeme yığınlarını kontrol edip, sonucuna göre yığını gerekli yerlere göndermek.

Sistem çevresi : İmalat sistemi, stok sistemi, satın alma, malzeme alınan dış sistem. Kalite kontrol sistemi Şekil-1'de gösterilmiştir.

Sistemin girdi ve çıktıları ise şunlar olacaktır :

Girdiler:

1- Kontrol edilecek malzeme yığını
2- Stok seviyesi bilgisi
3- Kritik stok seviyesi bilgisi
4- Üretici bilgisi

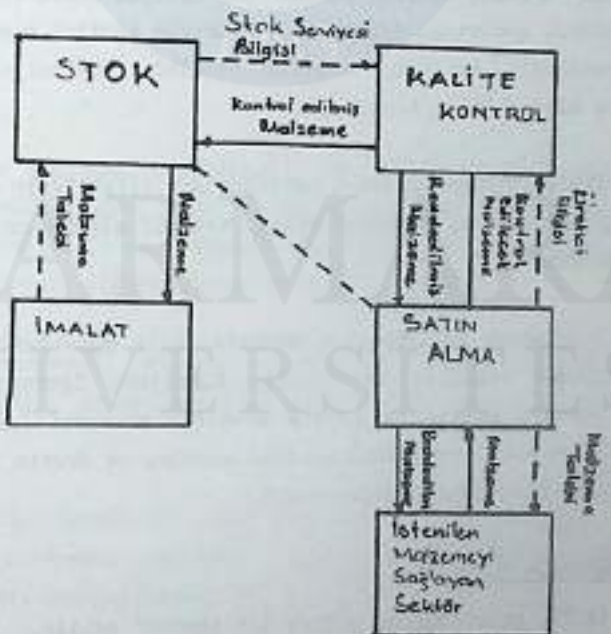
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çıktılar :

1- Kontrol edilip kabul edilmiş malzeme yığını
2- Kontrol edilip red edilmiş malzeme yığını

Kalite kontrol sisteminin elemanları :

1) Kontrol planları
   a- Yığın hacmi
   b- Örnek hacmi
   c- Üretici çalışma kalitesi
2) Kontrol elemanları
   a- İnsan
   b- Makina ve teçhizat
3) Kontrol elemanları performansı



Şekil-1 : Kalite Kontrol Sisteni

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Sistemin Çalışması

Stok satın almaya hangi malzemeden nek kadar ihtiyacı olduğunu bildirir. Satın alma istenilen kriterleri sağlamak şartıyla malzeme siparişlerini verir. Siparişler ortalaması ve standart sapması hesaplanabilen bir tedarik süresi dağılımı ile gelirler. Bu yığın kalite kontrol kısmına teslim edilir. Burada gerekli kontrol işlemleri yapılıp planlara göre malzeme yığını kabul veya red edilir. Kabul edilen partiler direkt olarak stoğa gönderilir. İmalat kısmı kendi ihtiyacını stoktan karşılar. Eğer parti red edilirse durum değerlendirmesi yapmak gerekmektedir. Nedini şu olacaktır ; satıcı firma ile yaptığımız anlaşma gereği, eğer partiyi reddedersek partiyi olduğu gibi geri göndereceğiz. Bu durumda stoğumuza malzeme girmediği için imalat hattımızın boş kalma durumu ortaya çıkabilecektir. Bu durumu önleyebilmek için malzemeleri geriye göndermek yerine kendimiz kontrol (yüzde yüz kontrol) edebiliriz. Diğer yandan kontrol zamanı kontrol elemanı sayısına bağlı olduğu için (burada kontrol elemanı performansı sabit kabul edilmiştir), kontrol şemasının azaltılması amacıyla kontrol elemanı sayısını artırabiliriz. Fakat bu durumdaki riskimizi kontrol elemanlarının boş kalma olasılığının olmasıdır.

Sisteminin çalışmasına baktığımızda ilişkilerin sıraesal olduğunu görüyoruz. Bu sebebten dolayı kesikli simülasyon kullanmayı uygun görürüz.

Simülasyon çalışmamızın amacını şöyle açıklayabiliriz; belirleyeceğimiz kabuller ve öncelik kuralları içersinde, farklı kontrol elemanı sayısı ve kritik envanter seviyesi için sistemin cevabı olarak kabul ettiğimiz kontrol elemanı ve üretim boş bekleme süresinin ne olacağının gözlenmesidir.

Öncelik Kuralları

1) İlk gelen malzeme yığını ilk kontrol edilir.

Kabuller

1) Simülasyon yalnız bir cins malzeme için yapılacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

d) VAR(Y): örnekteki kusurlu sayısının varyansı
e) Kabul sayısı
f) Kontrol elemanı sayısı
g) Kritik envanter değeri
h) yığın hacmi
ı) örnek hacmi

Kabul sayısı ve örnek hacmi [2] veya [3] den bulunabilir.

5) Özdeşlikler

Envanter seviyesi = Envanter seviyesi - (geçen zaman) x birim zamanda harcanan stok miktarı

Kontrol zamanı = Kontrol edilecek parça sayısı x parça başına kontrol zamanı/kontrol elemanı sayısı

Bu bilgilere göre simülasyon diyagramı Şekil-2'deki gibi olacaktır.

SONUÇ

Bu çalışma, simülasyonun temel felsefesi gereği tek bir çözüm vermediği için karar vericiye bir menü sunar. Karar verici kontrol elemanının ve üretimin boş beklemesinin maliyet dengesine bakarak kontrol elemanı sayısını tesbit edebilir.

Çalışmanın kabulleri ve öncelik ilişkileri değiştirilerek daha ayrıntılı ve gerçeğe daha yakın simülasyon çalışması yapılabilir.

Diğer önemli bir sonuç ise; kontrol faaliyetleri elemenleri gözönüne alınmadan yapılacak diğer planlama (üretim veya stok) faaliyetleri aksayabilecektir.

Bu çalışmada amaç, kalite çalışma planlarını test etmek olmamasına rağmen bu plan elemanlarının parametre olarak kullanılmamızdan dolayı planların üretimi boş bekletme sürelerine göre bir değerlendirilmesi yapılabilir.

2) Bir parti red edilip kontrol elemanları tarafından yüzde yüz kontrole tutulduğunda gelen yeni malzeme yığını bekleyecektir.

DEĞİŞKENLERİN TANIMLANMASI

1) Dış Değişkenler

a) Malzeme yığını gelişleri arasındaki süre
b) Örnekteki kusurlu sayısı

2) Durum Değişkenleri

a) Envanter seviyesi
b) Kontrol zamanı
c) Kontrol elemanı boş zamanı
d) Üretim boş bekleme zamanı
e) Kararlar

i- Örnekteki kusurlu kabul sayısından büyük ve envanter seviyesi kritik envanter seviyesinden büyük veya eşit ise malzeme yığınını üreticiye gönder.

ii- Envanter seviyesi kritik envanter seviyesinden küçük ve örnekteki kusurlu sayısı kabul sayısından büyük ise bütün yığını yüzde yüz kontrol et.

iii- Örnekteki kusurlu sayısı kabul sayısına eşit veya küçük ise yığını stoğa gönder..

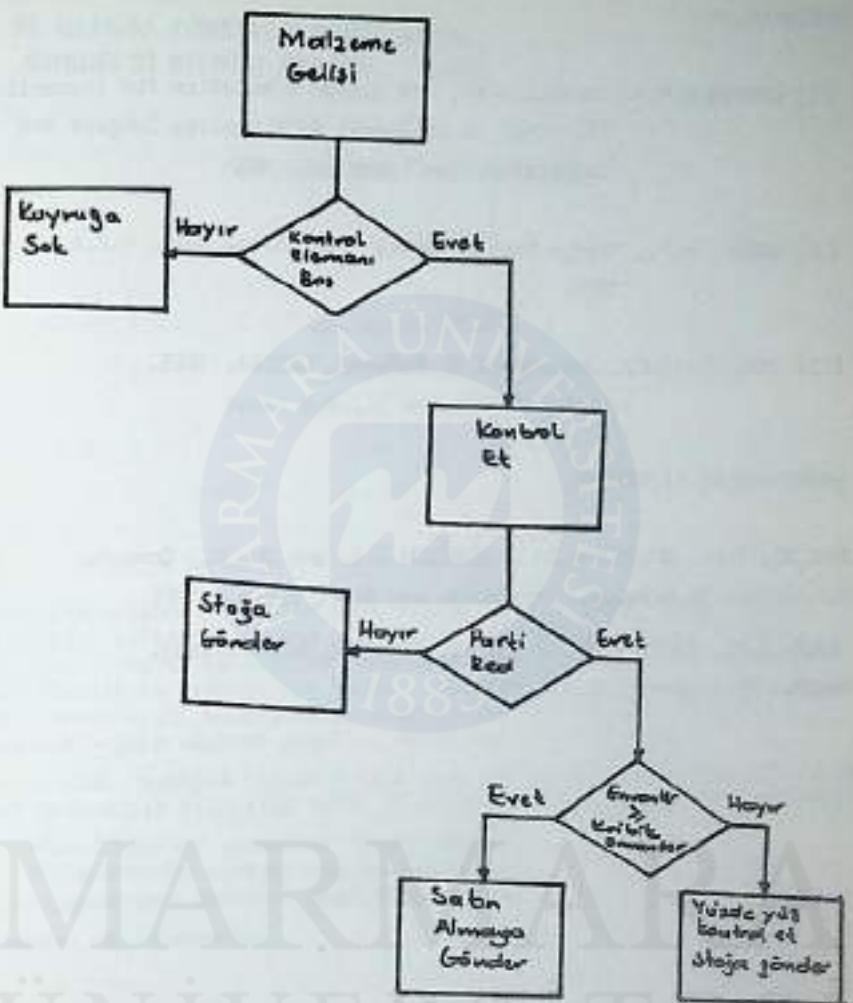
3) İç Değişkenler

a) Toplam kontrol elemanı boş zamanı
b) Toplam üretim boş bekleme zamanı

4) Parametreler

a) E(X) : yığın geliş zamanları arasındaki sürenin beklenen değeri
b) VAR(X): yığın geliş zamanları arasındaki sürenin varyansı
c) E(Y) : örnekteki kusurlu sayısının beklenen değeri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil -2 : Simülasyon Akış Şeması

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

REFERANSLAR

[1] SEPPANEN,M.S., WANG,S.H.S., "A System Simulation for Inspection Planning" 35 th Annual ASQC Quality Congres And Exposition, San Francisco, 1981

[2] DODGE, H.F., "Dodge Roming Tables" John Wiley Sons, U.S.A. 1959.

[3] MIL-STD-105D, Department of Defense, U.S.A., 1963.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

NAYLOR, T.H., BALINTFY,J.L., BURDICH,D.S. and CHU,K., Computer Simulation Techniques, John Wiley and Sons, U.S.A., 1966.

JURAN,J.M., GRYNA,F.M., " Quality Planning And Analysis, McGraw-Hill Book, U.S.A., 1970

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI . 1987

MAMUL KONTROL GÜVENİLİRLİĞİ

Dr. Mesut KUMRU
E.C.A.- Elginkan Topluluğu
Bimel A.Ş., K.Maltepe, İstanbul

Özet

Sınai işletmelerde yürütülen istatistiksel örneklemeye dayalı mamul kontrolları sırasında ortaya çıkan karar hatalarını enaza indirmek, bir başka deyişle, kararların doğruluk olasılığını (kontrol güvenilirliği) yükseltmek belirli bir kalite düzeyinin korunması açısından gereklidir. Bunun için, kontrolların dinamik bir biçimde ele alınması ve gelişmelere göre kontrol planının revizyonu söz konusudur.

Bu bildiride, konuyla ilgili teorik açıklamaların arkasından, çok sayıda mamul üreten bir fabrikada tekli örnekleme uygulaması gözönüne alınarak,

-Mamul kontrol güvenilirliğinin hesabı,
-Güvenilirlik seviyesinin yükseltilmesi,
-Uygulamanın ekonomik değerlendirmesi,

çalışması verilmektedir.

1. Giriş

Çağdaş kalite kontrol uygulamalarının bir sonucu olarak, sınai işletmelerde istatistiksel örneklemeye dayalı mamul kontrolları gündeme gelmektedir.

Kontrol yöntemi, parametreleri, kayıt araç ve gereçleri bu kontrollarda temel karar kriterleri olmakla beraber, önemli bir husus, yapılan kontrollardaki hata olasılığıdır. Kontrollarda kullanılan örnekleme tabloları belirli bir yanılgı payını hesaba alarak düzenlenmişlerdir. Dolayısıyla, yüzlerce sayıda ve belirli değere ulaşmış mamul partileri hakkında verilecek hatalı bir karar önemli sonuçlar doğurmaktadır.

Kabul halinde standardın altında partinin piyasaya verilmesi, red halinde ise standarda uygun partinin yeniden ve tek tek elden geçirilmesi söz konusudur. Her iki halde de işletmeler için oldukça yüksek maliyetler gündeme gelmektedir. Bu nedenle, işletmelerde zaman zaman kontrol sonuçlarının gözden geçirilerek belirli bir güvenilirlik hedefine ulaşılıp ulaşılamadığı, ulaşılamadığı takdirde bunu sağlamak için kontrol planında ne gibi önlemler alınabileceği, alınacak olan önlemlerin ekonomik olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir.

Çalışmanın, özellikle çok sayıda ve pahalı mamul üreten kuruluşlar için daha ziyade önem taşıdığı açıktır. Aşağıda, bu tür bir çalışma teorik ve uygulamalı olarak işlenmektedir.

2. Örnekleme Mamul Kontrolları

Girdi ve imalat kontrollarının yanısıra, mamullerin müşteriye sunulmadan (sevk edilmeden) önce nihai bir kontrola tabi tutulması endüstriyel kalite kontrol çalışmalarının önemli bir bölümünü teşkil eder. Mamul sayısına, karmaşıklığına, değerine, kontrol olanaklarına, kontrol aşamasına, üretim tipine, vb. faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan ekonomik analizlerde mamul partileri için % 100 veya örnekleme kontrol yöntemleri söz konusu olmaktadır.

Örnekleme kontrollarda amaç, gelişigüzel kontrollar yerine bilinsel sonuçları içeren istatistiksel örneklemeye dayalı kontrollardır.

Kontrol yerine, kontrol seviyesine, kontrol sayısına ve ölçülecek karakteristiğe göre istatistiksel örnekleme yöntemleri çeşitlilik göstermektedir. Uygulamaların kolaylığı açısından, örneklemede gerek duyulan kontrol parametreleri olan muayene seviyesi (MS), kabul edilebilir nitelik seviyesi (KNS) ve kabul değerleri (c) standard tablolar halinde hazırlanmıştır.

Çalışmaya esas, özeliklere göre örnekleme tabloları içerisinde yaygın kullanılanı askeri standard tabloları olup, en son geliştirileni MILT-STD-105D (ABC-STD-105D) olarak anılmaktadır. Üretici riski (kabul edilebilir nitelikteki mamulün reddi)α= % 10 açısından değerlendirmeye yaklaşılan bu tablolarda KNS'yi kabul olasılığı hedefi % 95'dir. Bu değer tablo içerisinde % 88 - 99.5 arasında değişmektedir.

3. Kontrollarda Güvenilirlik Kavramı

Belirli bir kusurlu yüzdesiyle kontrola sunulan bir partinin, belirli bir örnekleme planıyla kabul olasılığına (P_a) Kontrol Güvenilirliği (KG)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

diyoruz. KG = 0.900 demek, kontrola sunulan bir partinin % 90 kabul edilmesi, % 10 red edilmesi demektir. MILT-STD-105D tabloları % 12 - 0.5 arasında değişen üretici riskini gündeme getirdiğine göre, KG 0.880-0.995 arasında ortaya çıkmaktadır.

Özeliklere göre yapılan kontrollarda KG binomial dağılım formülünden istifadeyle bulunabilir. Binomial formülünün genel açılımı

$$C_r^n \, q^{n-r} \, p^r = \frac{n!}{r!\,(n-r)!} \, q^{n-r} \, p^r = \binom{n}{r} q^{n-r} \, p^r$$

şeklinde olup, burada

C = Kombinasyon (n birim, r birim alınarak)
n = Örnek büyüklüğü
r = Kusur sayısı
p = Kusurlu yüzdesi
q = Sağlam " (1-p)
N = Parti büyüklüğü'dür.

Binomial olasılık hesaplamaları özellikle n yükseldikçe zaman alıcı ve karmaşık olacağından,

$$\frac{n}{N} \leq 1/10 \quad \text{ve} \quad p \leq 0.01$$

olması halinde Poisson dağılım Binomial'in bir yaklaşımı olarak kullanılabilmektedir.

$$P\,(r/np) = \frac{(np)^r}{r!} \, e^{-np}$$

Poisson olasılık dağılımı standard tablolar haline getirilmiştir. n ve p değerleri verildiğinde P_a değeri rahatlıkla tablodan bulunabilmektedir. (Bkz. Ek Tablo).

Her kontrol sonucu ortaya çıkan güvenilirlik değerlerinden hareketle, mamul ve fabrika bazında ortalama güvenilirliğin hesaplanması mümkündür. Bunun için KG'lerin ağırlıklı ortalamalarını almak yeterlidir. Ağırlık olarak N/ΣN oranı kullanılabilir.

Uygulamalarda KG değerleri farklılık gösterdiğine göre, mamul kontrollarında yaygın olarak benimsenen 0.950 güvenilirliğe ulaşmak işletmeler için bir hedef olmaktadır. Bazı kontrollarda bu değerin üzerine de çıkılabilir. Ancak, ortalamanın hiç olmazsa bu seviyeye çekilebilmesi için düşük güvenilirlik gösteren kontrollarda güvenilirliği yükseltici önlemlerin alınması gerekir.

4. Güvenilirliğin Yükseltilmesi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Özeliklere göre tekli örnekleme yöntemi gözönüne alınarak, düşük güvenilirlikli kontrolların 0.950 hedefine ulaştırılabilmesi için standard tablo uygulamalarında özel bazı değişikliklere gitmek gerekmektedir.

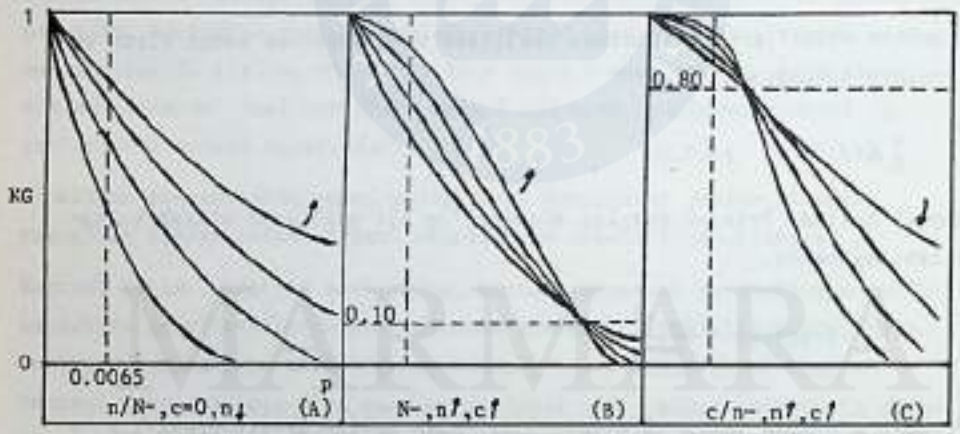
Güvenilirliği yükseltici başlıca önlemleri üç grupta toplayabiliriz:

1. Tekli örnekleme uygulamasında değişiklik,
2. Örnekleme yönteninde değişiklik,
3. Kontrol parametrelerinde (MS, KMS) değişiklik.

Şimdi bunları kısaca inceleyelim.

4.1. Tekli Örnekleme Uygulamasında Değişiklik

N, n, c miktarlarını değiştirerek yapılan uygulamadır. Plan üzerinde güvenilirliği yükseltici muhtemel değişikliklerin güvenilirliği etkileyiş biçimlerini aşağıdaki işlem karakteristiği eğrilerinde kabaca görmek mümkündür.



Şekil. Tekli Örnekleme (normal) Planında Parametrelere Bağlı İşlem Karakteristiği Eğrileri.

Görüldüğü gibi,

-n/N oranı sabit, c=0 ise, n küçüldükçe KG yükseliyor (A),
-N sabit ise, n ve c yükseldikçe KG yükseliyor (B),
-c/n sabit ise, n ve c yükseldikçe eğim değişiyor. Genelde, 0.800'ün üzerinde KG yükseliyor, alt seviyelerde tersi durum ortaya çıkıyor (C).

Kontrollarda parti büyüklüğünü (N) yüksek tutarak da (n ve c'yi yükseltmek), KG değişebilmektedir. Ancak, sevk aşamasına gelmiş bir partinin büyütül-

mesi imalat-satış programları ve finansman açılarından mümkün olmayabilir. Şayet büyük bir parti mamul bölümler halinde kontrola gelmişse bu yapılabilir.

4.2. Örnekleme Yönteminde Değişiklik

Bu değişiklik, tekli örneklemeden ikili veya çoklu örneklemeye, normal seviyeden gevşek seviyeye geçiş şeklinde olabilir.

Tekli örneklemeye nazaran ikili ve çoklu örnekleme yöntemleri daha ziyade düşük güvenilirlik (örneğin, 0.900'ün altı) seviyelerinde alternatif olarak görünmektedirler. Yüksek güvenilirlik seviyelerinde ise tekliye nazaran önemli bir fark göstermemekte, buna karşılık, örnek sayısı az olduğundan kontrol maliyetinde bir tasarruf sağlamaktadırlar. Öte yandan, örnek sayısının azlığı ise örnekleme hatasını yükseltmektedir. İkili ve çokluya geçişte genel eğilim, güvenilirlik düştükçe ve parametrelere bağlı olarak olumlu yönde fark görülmesidir. Kalitenin çok iyi veya çok kötü olduğu durumlarda tekliye nazaran ekonomi sağlayabilmektedirler. Şüphesiz, bu yöntemlerin tercihinde kalite düzeyi ve kontrol maliyetinin yanısıra, zaman, insangücü, yönetim vb. başka faktörler de rol oynamaktadır.

Keza, normal muayene seviyesinden gevşek muayene seviyesine geçiş de bir alternatif gibi görülse de, yalnızca güvenilirliği yükseltmek amacıyla bunu yapmak söz konusu olamaz. Burada da örnekleme hatasının yüksekliği karşımıza çıkmaktadır. Yöntemin asıl amacı, kontrolu gevşeterek (n'yi düşürerek) maliyeti düşürmek olacağından, bunun için gerekli temel karar kriteri olan ardışık 10 partinin kabul görmesi esası gündeme gelmektedir. Aksi takdirde, zaten partilerin reddi ağırlık kazanacak, normal, hatta sıkı uygulamaya geçiş gerekebilecektir.

İkili ve çoklu örneklemelerde de gevşek muayeneye geçişte benzer yorum esastır.

4.3. Kontrol Parametrelerinde (MS, KNS) Değişiklik

MS ve KNS'nin değiştirilmesi (genişletilmesi) suretiyle n ve c'yi yükselterek güvenilirliği arttırmak bir diğer alternatiftir. Ne var ki, bunlar işletme politikaları olduğundan ve ekonomik analizlere dayandığından sık değiştirilmeleri söz konusu olamaz. Gelişen şartlara göre konu gündeme gelebilir. Ancak, bazı mamuller için MS'nin genişletilmesi ekonomik değerlendirme sonucu mümkündür. 1. grup tedbirlerde bunun benzeri sonuç ortaya çıkmaktadır.

5. Ekonomik Değerlendirme

Örnekleme planında ortaya çıkan alternatif önlemlerin, kontrol güvenilirliğini yükseltmekle beraber, ekonomikliğinin gözden geçirilmesi gerekir. Zira, yüksek güvenilirlik yüksek kontrol maliyeti getirebilir.

Güvenilirliği düşük mamul kontrollarında yukarıdaki alternatif plan değişikliklerinden uygun olanı aşağıda belirtilen örnek büyüklüğüyle ilgili ekonomik değerlendirme sonucu seçilerek uygulanmakta, böylece, ortalama güvenilirlik yükseltilebilmektedir.

Tekli örnekleme yöntemindeki alternatif planların ekonomik değerlendirmesinde kullanılan iki karar parametresi Ortalama Toplama Muayene (OTM) ve Ortalama Muayene Oranı (OMO) olup, bu parametreler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$OTM = n\,KG + N\,(1 - KG)$$

$$= n + (N - n)(1 - KG)$$

$$OMO = OTM / N$$

Formülden de görüleceği gibi, n arttıkça kontrol maliyeti de artmaktadır.

OMO'nun minimum olması artan muayene ve azalan risk arasında denge oluşturmaktadır. Alıcının kontrol maliyetini satıcıya yüklemesi halinde OMO'dan ziyade n'yi enaza indirmek ihtiyacı ortaya çıkar. Ne var ki, bu durum uzun vadede ekonomik değildir. Tahribatlı muayenelerde ise bu kaçınılmazdır.

Değerlendirme ikili ve çoklu örnekleme yöntemleri için de kullanılabilir.

6. Uygulama Örneği

Mamul kontrol güvenilirliğiyle ilgili, yukarıda açıklandığı şekilde bir uygulama E.C.A.-Elginkan Topluluğu'na bağlı Valfsel Armatür Sanayii A.Ş. mamulleri için yapılmıştır.

Söz konusu fabrika sıhhi tesisat armatürleri imal etmekte olup, mamulleri topluluğa bağlı Bimel Araştırma ve Geliştirme A.Ş. Kalite Kontrol Bölümü tarafından özeliklere göre tekli normal örnekleme yöntemi kullanılarak piyasaya sevk öncesi kontrol edilmektedir. Kontrollarda MS II, KNS % 0.65 kullanılmaktadır. Yöntem ve parametreleri gelişen şartlara göre değiştirilen kontrollarda Kalite Kontrol Bölümü'nün güvenilirlik hedefi 0.950'nin üzeridir.

Aşağıdaki tabloda şirketin 1987 yılı ilk üç ayında uygulama konusu mamullerinden bazılarıyla ilgili bilgi verilmiştir. (Tablo 1). Tabloda mamuller gruplar halinde, parti büyüklükleri (N), örnek büyüklükleri (n), kabul sayıları (c), kontrol güvenilirlikleri (KG_i) ve kontrolların toplam içindeki ağırlıkları (λ_{KG_i}) verilmiştir.

Tablo sonunda ayrıca fabrikanın KG'si yer almaktadır.

Tablodan da görüldüğü gibi, mamul partileri 20-200 arasında örnek alınarak kontrol edilmiştir. 125 ve 200 örnekli kontrollarda güvenilirlik 0.950'nin üzerinde olmasına rağmen, 80 örneklide bu 0.904, 20 örneklide ise 0.879'dur. Tüm mamullerde genel güvenilirlik 0.950'nin altında olduğundan fabrika genali de bu rakamın altında kalmıştır.

Bu durumda, mamuller ve fabrika KG'nin 0.950'ye ulaştırılabilmesi için 20 ve 80 örnekli kontrollarda standard planlar çerçevesinde uygulama değişikliğine gitmek gerekmiştir.

Alternatif kararların daha açık görülebilmesi için mevcut uygulamadaki MS, n ve c değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Tablo 2).

Tablo 2.

Mevcut Örnekleme Planı, MILT-STD.

N	MS II	n	c (KNS 0.0065)
16-25	-	8	-
26-50	D	13	-
51-90	E	20	0 1
91-150	F	32	0 1
151-280	G	50	1 2
281-500	H	80	1 2
501-1200	J	125	2 3
1201-3200	K	200	3 4
3201-10000	L	315	5 6

Uygulama sırasında Bölüm 4'de açıklanan güvenilirliği yükseltici alternatif önlemler sırayla gözden geçirilmiştir.

6.1. Tekli Örneklene Uygulamasında Değişiklik Yapma:

		n	c	KG
Mevcut Değerler	F	20	0	0.879
	J	80	1	0.904

Tablo 1.

1987 I.3 Ay Mamul Kontrol Güvenilirlikleri ve Gelişmeler

Mamul	N	n	c	KC_1	A_{KC_1}	KC_2	A_{KC_2}
	250	20	0	0.879	0.020	0.904	0.021
	800	80	1	0.904	0.067	0.951	0.070
	1200	80	1	0.904	0.100	0.951	0.105
Musluk	1300	125	2	0.951	0.114	0.951	0.114
	1700	125	2	0.951	0.149	0.951	0.149
	2100	125	2	0.951	0.184	0.951	0.184
	3500	200	3	0.957	0.309	0.952	0.309
TOPLAM	10850	755	-	-	0.943	-	0.952
	250	20	0	0.879	0.028	0.904	0.029
	400	80	1	0.904	0.046	0.951	0.048
	1000	80	1	0.904	0.115	0.951	0.121
Batarya E	1100	80	1	0.904	0.127	0.951	0.133
	1800	125	2	0.951	0.218	0.951	0.218
	3300	200	3	0.957	0.402	0.957	0.402
TOPLAM	7850	585	-	-	0.936	-	0.951
	200	20	0	0.879	0.026	0.904	0.027
	750	80	1	0.904	0.100	0.951	0.106
Batarya B	1000	80	1	0.904	0.134	0.951	0.141
	1400	125	2	0.951	0.197	0.951	0.197
	3400	200	3	0.957	0.482	0.957	0.482
TOPLAM	6750	505	-	-	0.939	-	0.953
	250	20	0	0.879	0.051	0.904	0.052
	900	80	1	0.904	0.187	0.951	0.197
Batarya L	1400	125	2	0.951	0.306	0.951	0.306
	1800	125	2	0.951	0.394	0.951	0.394
TOPLAM	4350	350	-	-	0.938	-	0.949
	200	20	0	0.879	0.052	0.904	0.054
	750	80	1	0.904	0.202	0.951	0.213
Sifon	900	80	1	0.904	0.243	0.951	0.255
	1500	125	2	0.951	0.426	0.951	0.426
TOPLAM	3350	305	-	-	0.923	-	0.948
	200	20	0	0.879	0.076	0.904	0.079
Çek Valf	800	80	1	0.904	0.314	0.951	0.331
	1300	125	2	0.951	0.536	0.951	0.536
TOPLAM	2300	225	-	-	0.926	-	0.946
	150	20	0	0.879	0.091	0.904	0.094
Otom. Rez.	500	80	1	0.904	0.312	0.951	0.328
	800	80	1	0.904	0.499	0.951	0.525
TOPLAM	1450	180	-	-	0.902	-	0.947
G. TOPLAM	36900	2905	-	-	0.936	-	0.950

6.1.1. n ve c'yi artırma:

	n	c	KG
F için J'ye	80	1	0.904
J için K'ye	125	2	0.951

geçmekle KG yükseltilebiliyor. Ancak, kontrol maliyeti de artıyor.

6.1.2. c'yi sabit tutup n'yi azaltma:

F için bu mümkün değil. Tablo izin vermiyor. J için F'ye geçiş olabilir. Ne var ki, c 0'a düştüğünden KG de düşüyor.

6.1.3. Kontrolları büyük partiler halinde yapma (N'yi değiştirme): Uygulama döneminde bu mümkün olamamıştır. Zira, üretim-satış planlaması gereği, imal edilen partiler bekletilmeksizin sevk edilmektedir.

6.2. Örnekleme Yöntemini Değiştirme:

6.2.1. İkili Muayene:

Mevcut Değerler

	n	c	KG
F	20	0	0.879
J	80	1	0.904

İkili Uygulama

	n	c
F	13	
J	13	
	50	0 2
	50	1 2

Tekli örnekleme planı öngörülüyor.

-501-1200 parti büyüklüğü (N) için KG değerinin hesabı:

Şayet N = 500 (alt sınır) ise,

$P_0 = 50(0.0065) = 0.325$ ⟶ 0.723 (Ek Tablo).

$P_1 = 0.957 - 0.723 = 0.234$: 1. Örneklemede 1 kusurlu varsa,

$np = 50(2.25/450) = 50(0.005) = 0.25$ ⟶ 0.779 (Ek Tablo)

$P_{1-0} = (0.234)(0.779) = 0.182$: 1. örneklemede 1, 2.de 0 kusurlu varsa,

KG= 0.723 + 0.182 = 0.905'dir.

Şayet N=1200 (üst sınır) ise KG=0.896, N=800 (aralığın ortalaması) ise KG=0.900 olacaktır.

Görüldüğü gibi, ikili örneklemeye geçmek güvenilirliğe fazla katkıda bulunmamaktadır. Kaldı ki, yukarıdaki KG değerleri ikinci örnekleme yapıldığında ortaya çıkmaktadır. 1. örneklemede karar verildiğinde KG çok düşük, 0.723'dür. Ancak, yüksek sayıdaki örneklemelerde durum farkedebilmektedir.

6.2.2. Çoklu Örnekleme:

İkilideki yorum çoklu örnekleme için de geçerlidir. F için tekli örnekleme planı öngörülmekte, J içinse aşağıdaki plan verilmektedir.

n1	c1	n2	c2	n3	c3	n4	c4	n5	c5	n6	c6	n7	c7
20	-	20	-	20	0 2	20	0 3	20	1 3	20	1 3	20	2 3

N = 501-1200 sınırı için, np değişmiyor varsayımıyla, yukarıdakine benzer şekilde yapılan hesaplamalar KG = 0.921'i vermektedir. Ne var ki, KG'de ulaşılan gelişme hedefin gerisindedir. Üstelik yöntemin karmaşıklığı, maliyeti, vb. mahzurları söz konusudur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

6.2.3. Gevşek Muayene:

Tekli örneklemede gevşek muayeneye geçildiği takdirde KG değerleri aşağıdaki şekilde çıkmaktadır.

	n	c	KG
F	8	0	0.951
J	32	0 2	0.812 (c=0) – 0.981 (c=1)

Uygulama, mamullerin tüm kontrollarında söz konusudur. Bunun için, standardın öngördüğü ardışık 10 partinin kabulü kriteri bağlayıcı faktördür. Ayrıca, sonuçlara göre sürekli geçişler (normal ↔ gevşek) işletme politikasına da uygun değildir.

6.3. Kontrol Parametrelerini Değiştirme:

KNS ve MS değerlerinin işletme politikası olması ve ekonomik görülmemesi nedeniyle uygulama döneminde değiştirilmeleri düşünülmemiştir.

7. Uygulamanın Ekonomik Değerlendirmesi

Yukarıdaki önlemler içerisinde en uygun (pratik) görüleni Bölüm 6.1.1.'de ifade edilen n ve c'nin artırılmasıdır. Örnek büyüklüğünün F için 20'den 80'e ($\bar{N}$=120'nin % 70'i), J için 80'den 125'e ($\bar{N}$=850'nin % 15'i) çıkması muayene maliyetini oldukça yükseltebilir. Önerilen önlemin ekonomikliği aşağıda analiz edilmektedir.

	n1	$\bar{N}$	n2
F	20	120	80
J	80	850	125

F)	1	2	J)	1	2
$\bar{N}$	120	120		850	850
n	20	80		80	125
c	0	1		1	2
KG	0.879	0.904		0.904	0.951
nKG	17.58	72.32		72.32	118.88
$\bar{N}$(1-KG)	14.52	11.52		81.60	41.65
OTM	32.10	83.84		153.92	160.53
OMO	0.2675	0.6987		0.1810	0.1889

Görüldüğü gibi, F için 20 örnek ekonomik çıkmaktadır. N=91-150 aralığında yapılacak analizlerde de sonuç değişmeyecektir.

J için 80 örnek ekonomik çıkmakla beraber, 125 örnek ile arada önemli bir fark yoktur. Hatta burada bir denge noktasından da söz edilebilir. $K \geq 991$ olduğu takdirde 125 örneğin muayenesi ekonomik görülmektedir.

8. Sonuç

Bütünüyle ekonomik görünmemekle beraber, halihazırda KG'yi yükseltici en pratik önlem olarak karşımıza n ve c'yi artırma önlemi çıkmaktadır. Bu önlemin uygulanmasıyla beliren sonuçlar (KG_2, A_{KG_2}) Tablo 1'de yer almıştır.

Tablodan da görülebileceği gibi, 20 örnekli kontrollar dışındaki kontrolların tümünde, 7 mamul grubundan 3'ünde ve fabrika genelinde KG 0.950'nin üzerine çıkmaktadır. 4 mamul grubunda ise KG 0.946 - 0.949 arasındadır.

Çalışmayı bağlayıcı nitelikte olmak üzere, birkaç önemli hususu dile getirmek yararlı olacaktır.

1. Mamul kontrollarında güvenilirliğin takibi konuya dinamik bir biçimde yaklaşmayı gerektirmektedir.

2. Metinde ifade edilen, güvenilirliği yükseltici üç grup önlem üzerinde ekonomik değerlendirmelerin yanısıra, işletmenin kalite yönetim politikası ve muhtemel gelişmeler dikkate alınarak durulmalıdır.

3. Güvenilirlik-maliyet ikilemi şartlara göre değerlendirilmelidir. Keza, kalite seyri-örnekleme hatası da değerlendirmelere dahil edilmelidir.

4. Gerekirse, işletmeler kendi özel şartları ve politikalarına özgü örnekleme planları geliştirmelidirler.

KAYNAKÇA

Grant, E. L. ve R.S. Leavenworth, Statistical Quality Control, McGraw-Hill Book Co., N.Y., 1980, chp. 12 - 13.

TS 2756-Nitel ve Ölçülebilen Özeliklere Göre Yapılan Kabul Muayene ve Deneylerinde Uygulanacak Numune Alma Yöntemleri ve Kullanılacak Çizelgeler, TSE, Ankara, Nisan 1977.

Ek Tablo.

Poisson Dağılımı Olasılıkları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

c / np	0	1	2	3	4	5	6
0.02	980	1,000					
0.04	961	999	1,000				
0.06	942	998	1,000				
0.08	923	997	1,000				
0.10	905	995	1,000				
0.15	861	990	999	1,000			
0.20	819	982	999	1,000			
0.25	779	974	998	1,000			
0.30	741	963	996	1,000			
0.35	705	951	994	1,000			
0.40	670	938	992	999	1,000		
0.45	638	925	989	999	1,000		
0.50	607	910	986	998	1,000		
0.55	577	894	982	998	1,000		
0.60	549	878	977	997	1,000		
0.65	522	861	972	996	999	1,000	
0.70	497	844	966	994	999	1,000	
0.75	472	827	959	993	999	1,000	
0.80	449	809	953	991	999	1,000	
0.85	427	791	945	989	998	1,000	
0.90	407	772	937	987	998	1,000	
0.95	387	754	929	984	997	1,000	
1.00	368	736	920	981	996	999	1,000
1.1	333	699	900	974	995	999	1,000
1.2	301	663	879	966	992	998	1,000
1.3	273	627	857	957	989	998	1,000
1.4	247	592	833	946	986	997	999
1.5	223	558	809	934	981	996	999
1.6	202	525	783	921	976	994	999
1.7	183	493	757	907	970	992	998
1.8	165	463	731	891	964	990	997
1.9	150	434	704	875	956	987	997
2.0	135	406	677	857	947	983	995

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XII. MATEMATİK PROGRAMLAMA . ALGORİTMALAR VE BULANIK KÜMELER

XII. I. *Lamda Fonksiyonları Yardımıyla Sıradan Erişim* XII-1
Yrd. Doç. Dr. ŞEREF MİRASYEDİOĞLU, Matematik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Ata'türk Üniversitesi, Erzurum.

XII. II. *Eşlenik Doğrultu Yönteminin Geometrik Yorumu* XII-10
Dr. NEDRET KARAŞİN, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Kocaeli.

XII. III. *Düzgün ve Değişken Hermit Operatörlerinin Düzlemsel Teşiyicilerin Çözümüne Uygulanması* XII-22
Yrd. Doç. Dr. M. EMİN TÖZÜN, Makina Mühendisliği Bölümü, Zonguldak Mühendislik Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Zonguldak.

XII. IV. *Tercihli Darboğaz Atama Probleminin Çözümü İçin Bir Algoritma* XII-37
Öğ. Grv. MUZAFFER KAPANOĞLU, Prof. Dr. İMDAT KARA, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XII. V. *Atama Problemlerinin Optimum Çözümünde Yeni Yaklaşımlar* XII-48
NAİL ÖZTÜRK, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Keyseri.

XII. VI. *İnsan-Makina Sistemlerinde Bulanık Kümeler Kuramının Uygulamaları* XII-57
DİLEK KAPTANOĞLU, Doç. Dr. A. FAHRİ ÖZOK, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi, İ. T. Ü., Maçka, İstanbul.

XII. VII. *Bulanık Alt-Kümeler Teorisiyle Bilgisayar Destekli Karar Analizi Uygulaması* XII-66
Ar. Grv. SERDAR ÖCAL, İstatistik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Mimar Sinan Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

LAMDA FONKSİYONLARI YARDIMIYLA SIRADAN ERİŞİM

Yrd.Doç.Dr.Şeref MİRASYEDİOĞLU

Atatürk Üniversitesi

Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik BölümÜ, Erzurum

Ö Z E T

Bu araştırmanın amacı, koşul deyinleri ve özyineli yapı yardımıyla, değerbağlama deyinine gereksinme duyulmadan, programlar yazabilmemizi sağlayan lamda deyimlerinin kullanımını sunmak ve özyineli yapılar üzerinde çalışan özyineli fonksiyonları tanımlamaktır.

SEQUENTIAL ACCESS BY LAMBDA FUNCTIONS

A B S T R A C T

Our main aim is to present the use of lambda expressions,using conditional expressions and recursion, which enables us to write programs without assignment and to introduce recursive functions that operate on recursive structures.

GİRİŞ

Fonksiyonel programlama, girdi/çıktı, gönderme ve değerbağlama deyimlerine gereksinme duyulmadan, çıktısı bulunana dek adım adım indirgenebilen, girdi ile birlikte algoritmayı temsil eden bir indirgeme sistemidir [2]. Bu amaçla, lamda ve kombinatör kuramlarına dayalı fonksiyonel programları kullanarak çözümler üretebilen çeşitli indirgeme makinelerinin tasarımları yapılmıştır [5,6,9,10].

Fonksiyonel programı kurulan bir makine fonksiyonel programlarla çözümler üretirken, fonksiyonel program, makinenin evresini değiştirmez. Bunun sonucu, programın bir kısmının anlamı geri kalan kısmının anlamından bağımsız kalır [4]. Bu nedenle, fonksiyonel programda girdi/çıktı, gönderme ve değerbağlama deyimlerine gereksinme duyulmaz.

Burda, indirgeme makineleri için hangi tür indirgeme sistemi kullanılacağı sorusu karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan biri fonksiyonel programların yazıldığı fonksiyonel indirgeme sistemi, diğeride makine indirgeme sistemidir. İndirgemede, fonksiyonel programdaki terimler makine indirgeme sisteminin terimlerine derlenirken, indirgenedeki sonucun tek olduğunu garanti eden, Church-Rosser teoremini sağlar [2].

Bu çalışmada, fonksiyonel programlama, lamda ve kombinatör kuramları tekniklerine bağımlı kalmak koşulu ile özyineli yapılar üzerinde, lamda fonksiyonları yardımıyla, sıradan erişimi gerçekleştirecek bir yöntem araştırılmıştır. Bu amaçla: (i) özyineli dizi eleme, özyineli doğrusal veri yapısı, sıradan-erişim, ara-kayıt ve örnek fonksiyonları tanımlanmıştır. (ii) Sıradan erişim için, özyineli lamda veri yapısı üzerinde dizi eleme fonksiyonları ile

$$Y = \lambda h.((\lambda x.h(xx))(\lambda x.h(xx)))$$

sabit nokta kombinatörünün birlikte çalışabilirliği gösterilmiş ve örnekler verilmiştir.

2. ÖN BİLGİLER

Bu alt kesimde çalışmamızda kullanılacak lamda kuramı ile ilgili gerekli tanım ve lamda dönüsüm kuralları örnekleriyle birlikte verilecektir. Bu amaçla, genel olarak [Hindley ve Seldin (1986)] 1.2 ve 3.bölümleri izlenmiştir. Örneğin, '(HS 1.2)' gösterimi adı geçen kaynağın 1.bölümünün 2. alt kısmını gösterecektir.

2.1 Tanım: Bir lamda terimi aşağıdaki gibi tanımlanır.

<lamda terimi> ::= <değişken>|<sabit>|<deyim><deyim>|
<λ değişken listesi>.<deyim>|<deyim>.

Burda '::=' değerbağlama, '|' seçenek ve 'deyim' lamda deyimi ya da lamda deyimleri anlamında kullanılmıştır.

2.2 Tanım (HS 1.8): λx.M biçimindeki bir P teriminde bulunan M ye λ nın bölgesi denir.

2.3 Tanım (HS 1.10): λx.M biçimindeki bir P teriminin bölgesinde bulunan x değişkenine bağımlı değişken aksi durumda x değişkenine bağımsız değişken denir. Bu tür bağımsız değişkenler kümesi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BD(P) olarak gösterilecektir. Herhangi bağımsız değişkeni olmayan lamda terimine kapalı terim denir.

2.4 Tanım (HS 1.11): Herhangi M,N,x için M deki her bağımlı x in N ile değiştirilmesini gösterecek $[N/x]M$ gösterimi aşağıdaki gibi tanımlanır (Curry and Feys 1958, s.94).

(a) $[N/x]x \equiv N$;
(b) $[N/x]a \equiv a$ tüm atomlar için $a \not\equiv x$;
(c) $[N/x](PQ) \equiv ([N/x]P[N/x]Q)$;
(d) $[N/x](\lambda x.P) \equiv \lambda x.P$;
(e) $[N/x](\lambda x.P) \equiv \lambda y.[N/x]P$ eğer $y \not\equiv x, y \notin BD(N)$, ya da $x \notin BD(P)$;
(f) $[N/x](\lambda y.P) \equiv \lambda z.[N/x][z/y]P$ eğer $y \not\equiv x$ ve $y \in BD(N)$ ve $x \in BD(P), z, z \notin BD(NP)$ olacak biçimde seçilir.

Örnek: $[w/x](\lambda w.x) \equiv \lambda z.[w/x][z/w]x$, 2.4(f).
$\equiv \lambda z.[w/x]x$, 2.4(b),
$\equiv \lambda z.w$ 2.4(a).

2.5 Tanım (HS 1.22): $(\lambda x.M)N$ biçimindeki bir λ-terimine β-redeks, $[N/x]M$ teriminde β-redeksin büzülmesi (contractum) denir. Bir P terimi $(\lambda x.M)N$ terimini içeriyorsa bu turumda $(\lambda x.M)N$ β-redeksi $[N/x]M$ ile değiştirilir ve sonuç P' ise P' ne P nin büzülmesi denir. $P \triangleright_{1\beta} P'$ biçiminde gösterilir. P den Q ye sonlu (ya da boş) sayıdaki büzülmeler serisine β-indirgemesi denir $P \triangleright_{\beta} Q$ biçiminde gösterilir.

Örnek: $(\lambda x.((\lambda y.xy)x))(\lambda y.y) \triangleright_{1\beta} (\lambda y.(\lambda y.y)y)(\lambda y.y)$,
$\triangleright_{1\beta} (\lambda y.y)(\lambda y.y)$,
$\triangleright_{1\beta} \lambda y.y$.

Bu nedenle, $(\lambda x.((\lambda y.xy)x))(\lambda y.y) \triangleright_{\beta} \lambda y.y$ dır.

2.6 Tanım ((HS 1.32) β-eşitliği): P den Q ye β-eşitliği ya da β-dönüşümü olabilmesi için gerek ve yeter koşul P de sonlu (ya da boş) sayıda β-büzülmesi ve bağımlı değişkenler değiştirilerek Q nun bulunmasıdır. Bu dönüşüm $P =_{\beta} Q$ biçiminde gösterilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2.7 Tanım ((HS 3.6) $\beta\eta$-normal formları): (i) $\lambda x.Ux, X \notin BD(U)$ nın bir parçası olmayan ve β-redeksi içermeyen bir λ-terimi X'e $\beta\eta$ normal formu denir. $\beta\eta$-nf ya da $\lambda_{\beta\eta}$-nf biçiminde gösterilir. $X \notin BD(U)$ olmak üzere $\lambda x.Ux$ biçimindeki terimlere η-redeksi, $\lambda x.Ux$ in U ile yer değiştirmesinede η-büzülmesi denir. (ii) β-indirgemesi ve η-büzülmelerinin serisine $\lambda_{\beta\eta}$-indirgemesi denir. X den Y ye $\lambda_{\beta\eta}$-indirgemesi $X \underset{\beta\eta}{\triangleright} Y$ biçiminde gösterilir.

2.8 Teorem ((HS 1.29) β-indirgemesi için Church-Rosser teoremi): Eğer $P \underset{\beta}{\triangleright} M$ ve $P \underset{\beta}{\triangleright} N$ ise bu durumda $M \underset{\beta}{\triangleright} Z$ ve $N \underset{\beta}{\triangleright} Z$ koşulunu sağlayan bir Z λ-terimi vardır.

2.9 Tanım (HS 2.1): Tüm sonlu simgelerin dizisi değişken, K ve S iki kombinatör sabitleri olarak alındığında kombinatör terimi aşağıdaki gibi tanımlanır.

(a) K ve S kombinatörlerini içeren tüm değişken ve sabitler kombinatör terimidir.

(b) X ve Y iki kombinatör ise (XY) de bir kombinatördür.

2.10 Tanım ((HS 2.7) zayıf indirgeme): KXY ve SXYZ biçiminde herhangi bir terime zayıf redeks denir. Bir U terimindeki KXY ya da SXYZ redekslerini sırası ile X ve XZ(YZ) ile değiştirildiğinde ki sonuç U' ise U'ne U nun zayıf büzülmesi denir. $U \underset{lz}{\triangleright} U'$ biçiminde gösterilir. U dan V ye sonlu (ya da boş) sayıdaki zayıf indirgeme denir. $U \underset{z}{\triangleright} V$ ile gösterilir.

Örnek: $I \equiv SKK$ ise $IX \underset{z}{\triangleright} X$ dır.

$IX \equiv SKKX$

$\underset{lz}{\triangleright} KX(KX),SKKX$ in büzülmesi ile,

$\underset{lz}{\triangleright} X,$ $KX(KX)$ in büzülmesi ile.

2.11 Tanım ((HS 2.22) zayıf eşitlik): X den Y ye zayıf eşitliği ya da zayıf dönüşümün olabilmesi için gerek ve yeter koşul X de sonlu (ya da boş) sayıda zayıf büzülme ve genişleme yapılarak Y nin bulunmasıdır. Bu dönüşüm $X =_z Y$ ile gösterilir.

2.12 Teorem (HS 3.3) sabit nokta teoremi): Lamda ve kombinatör kuramında aşağıdaki koşulları sağlayan bir Y kombinatörü vardır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(a) $Yx =_{\beta,z} x(Yx)$,

(b) $Yx =_{\beta,z} x(Yx)$ normal formlar için.

2.13 Tanım ((Barendregt 6.2.2) doğruluk değerleri):

$D \equiv \lambda xy.x$, $Y \equiv \lambda xy.y$ ise

$MN \underset{\beta}{\triangleright} M$, $YMN \underset{\beta}{\triangleright} N$ biçiminde indirgenir.

2.14 Tanım (Barendregt 6.3.3): P bir λ-terimi olsun. PMN λ-teriminde P doğru (D) ise M, yalnış (Y) ise N dir. $P =_\beta D (P =_\beta Y)$ ise bu durumda verilen sırada M ye (N ye) β-eşitliği vardır. P eğer D ya da Y değilse bu durumda PMN keyfi olabilir.

3. LAMDA YAPISINDA SIRADAN ERİŞİM

Lamda indirgeme sisteminde geçerli fonksiyonel programlama teknik özelliklerine bağlı bir sıradan erişim sistemi tanıtılacaktır.

3.1 Tanım: (i) Simgeler, sayılar ve karakter dizilere atom denir. (ii) Atom ve dizilere nesne denir. Bunlar fonksiyonların değer ve sonuçlarıdır. (iii) Öğeleri x_i olan bir $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ n-li ye dizi denir. Atomlar temel nesnelerdir. Onların kümesi nesnelerin kümesini belirler.

3.2 Tanım: Bir dizideki bilgilere erişmek amacıyla tanımlanan aşağıdaki fonksiyonlara özyineli dizi eleme fonksiyonları denir.

(i) <u>İlk</u> $([\,]) = \perp_s$ (tanımlanmamış sabit değer),

(ii) <u>İlk</u> $([x_1, x_2, \ldots, x_n]) = x_1$,

(iii) <u>İlk-değil</u> $([\,]) = [\,]$,

(iv) <u>İlk-değil</u> $([x_1, x_2, \ldots, x_n]) = [x_2, x_3, \ldots, x_n]$,

(v) <u>Birleştirme</u> $(\perp_s, [x_1, x_2, \ldots, x_n]) = [\,]$,

(vi) <u>Birleştirme</u> $(x_1, [\,]) = [x_1]$,

(vii) <u>Birleştirme</u> $(Y_1, [x_1, x_2, \ldots, x_n]) = [Y_1, x_1, x_2, \ldots, x_n]$.

Örnek:

(i) <u>İlk</u> (<u>ilk-değil</u> $([x_1, x_2, x_3]))$ = <u>ilk</u> $([x_2, x_3])$,

$= x_2$.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(ii) ilk (ilk-değil (ilk-değil ([x_1,x_2,x_3]))),

-ilk (ilk-değil ([x_2,x_3]))

-ilk ([x_3]),

-x_3.

3.3 Tanım: Bir t anında herhangibir öğeye erişebilme olanağı sağlayan sıradan erişimli veri yapısına özyineli doğrusal veri yapısı denir. Bu veri yapısı direkt erişim için kullanışlı değildir.

Örnek:

$$[[x_1,[x_3,x_4]],\ [x_5,[x_6,x_7,x_8]]]$$

bir özyineli doğrusal veri yapısıdır.

3.4 Tanım: n,ö özyineli doğrusal yapının n inci öğesi olmak üzere sıradan-erişim (n,ö) fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır.

Sıradan-erişim = λn,ö.[ ] eğer ö boş ise,

ilk (ö) eğer n=1 ise,

Sıradan-erişim (n-1, ilk-değil (ö)) değilse.

Örnek:

Sıradan-erişim (3,[x_1,x_2,x_3]),

- sıradan-erişim (2, ilk-değil ([x_1,x_2,x_3])),

- sıradan-erişim (1, ilk-değil (ilk-değil ([x_1,x_2,x_3]))),

- ilk (ilk-değil (ilk-değil ([x_1,x_2,x_3]))),

- ilk (ilk-değil ([x_2,x_3])),

- ilk ([x_3]),

- x_3.

3.5 Tanım: x, ö özyineli doğrusal yapının n inci konumuna yazılması istenen bir öğe ya da dizi olmak üzere ara-kayıt (x,n,ö) fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ara-kayıt $=\lambda x,n,ö.$ birleştirme $(x,ö)$ eğer ö boş ya da $n=1$ ise,
birleştirme (ilk(ö),ara-kayıt(x,n-1,ilk-değil(ö)))
değilse.

Örnek:

ara-kayıt $(x_4,2,[x_3,x_5])$,
$=$ birleştirme (ilk $([x_3,x_5]$,ara-kayıt $(x_4,1,$ilk-değil $([x_3,x_5])))$,
$=$ birleştirme $(x_3,$ birleştirme $(x_4,[x_5]))$,
$=$ birleştirme $(x_3,[x_4,x_5])$,
$=[x_3,x_4,x_5]$.

3.6 Tanım: Ö özyineli doğrusal yapının bir örneğini çıkaracak örnek fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır.

Örnek $=\lambda ö.ö=[\,]$ eğer $[\,]$ ise,
birleştirme (ilk (ö),örnek (ilk-değil (ö)))
değilse.

Örnek:

Örnek $([x_1,x_2,x_3])=$birleştirme $(x_1,$örnek $([x_2,x_1]))$,
$=$birleştirme $(x_1,$birleştirme $(x_2,$örnek $([x_3])))$,
$=$birleştirme $(x_1,$birleştirme $(x_2,$birleştirme$(x_3,$
örnek$([\,])))$,
$=$birleştirme $(x_1,$birleştirme $(x_2,$birleştirme$(x_3,$
$[\,])))$,
$=$birleştirme $(x_1,$birleştirme $(x_2,[x_3]))$,
$=$birleştirme $(x_1,[x_2,x_3])$,
$=[x_1,x_2,x_3]$.

3.7 Tanım: Öğeleri lamda terimi olan sıradan erişimli veri yapısına özyineli lamda veri yapısı denir.

3.8 Teorem: Sıradan erişim için özyineli lamda veri yapısı üzerinde dizi eleme fonksiyonları ile lamda ve konbinatör kuralları aracılığında çalışacak

$$Y=\lambda h.((\lambda x.h(xx))(\lambda x.h(xx)))$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

sabit nokta kombinatörü her özyineli lamda verisini kendisine götürür.

İspat: $Y = \lambda h.((\lambda x.h(xx))(\lambda x.h(xx)))$ sabit nokta kombinatörüne uygulanacak her lamda terimini yine kendisine götürür[Barendregt (1984), 6.1,6.5]. Normal formdaki lamda terimlerini de yine normal formdaki lamda terimlerine götürür [Hindley (1972),3.Bölüm]. Özyineli lamda veri yapısı lamda terimi olduğundan Y kombinatörü bu tür terimlere uygulandığında yine kendisine götürecektir.

Örnek:

Sıradan-erişim $(3,[\lambda x.x_1,\lambda x.x_2,\lambda x.x_3])$,

$\rightarrow$ Sıradan-erişim $(2,$ilk-değil$([\lambda x.x_1,\lambda x.x_2,\lambda x.x_3]))$,

$\rightarrow$ Sıradan-erişim $(1,$ilk-değil$($ilk-değil$($ilk-değil$([\lambda x.x_1,\lambda x.x_2,\lambda x.x_3])))$,

$\rightarrow$ ilk $($ilk-değil$($ilk-değil$([\lambda x.x_1,\lambda x.x_2,\lambda x.x_3])))$,

$\rightarrow$ ilk $($ilk-değil$([\lambda x.x_2,\lambda x.x_3]))$,

$\rightarrow$ ilk $([\lambda x.x_3])$,

$\rightarrow \lambda h.((\lambda x.h(xx))(\lambda x.(\lambda x.h(xx)))(\lambda x.x_3))$,

$\rightarrow_{1\beta} (\lambda x.(\lambda x.x_3)(xx))(\lambda x.(\lambda x.x_3)(xx))$,

$\rightarrow_{1\beta} (\lambda x.x_3)(\lambda x.(\lambda x.x_3)(xx))(\lambda x.(\lambda x.x_3)(xx))$,

$\rightarrow_{1\beta} x_3$.

KAYNAKLAR

[1] BARENDREGT,H.P., The lambda Calculus its syntax and semantics, 2 ed., North-Holland Co., Amsterdan,1984.

[2] ————, ——, Reduction Machines,Archimede Informatic in progress, USTICA-ITALIA, 3rd-13th septenber 1985.

[3] CURRY,H.B. ve FEYS,R., Combinatory logic,Vol.1,North-Holland Co., Amsterdam,1958.

[4] GLASER,H., HANKIN C. ve TILL,D., Principles of Functional Programming, Prentice-Hall,London,1984.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

[5] GRAY,P., Logic, Algebra and Databases, Gray/Ellis Horwood Limited PO191EB, England,1984.

[6] HENDERSON,P.'ve J.H.MORRIS, A lazy Evaluator, Conference Record of the Third ACM Symposium on Principles of Programming Languages,S.95-103,1976.

[7] HINDLEY,J.R.,LERCHER.B.,SELDIN,J.P, Introduction to Combinatory logic,Cambridge University Press,1972.

[8] HINDLEY,J.R. ve SELDIN,J.P., Introduction to Combinators and λ-Calculus, Cambridge Unv. Press,England, 1986.

[9] JOHNSSON,T., Efficient Compilation of Lazy Evaluation, Proceedings of the ACM SIGPLAN 84 Symposium on Compiler Construction, Montreal, S. 58-69,1984.

[10] TURNER,D.A., A New Implementation Technique for Applicative Languages, Software-practice and Experience, C.9,S.31-49, 1979.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

EŞLENİK DOĞRULTU YÖNTEMİNİN GEOMETRİK YORUMU

Dr. NEDRET KARAŞİN
Yıldız Üniversitesi Kocaeli
Mühendislik Fakültesi/İZMİT

ÖZET

Çalışmada Newton yöntemi esas alınarak kuadratik bir fonksiyonun minimizasyon esasları verilmiştir. Analitik yaklaşım getirilerek bu minimizasyonun geometrik yorumu verilmiştir.

Çözüm algoritmasının dayandığı ilk yöntem olarak "paralel yerdeğiştirmeler" yöntemi n değişken için açıklanmış, geometrik yorumu verilmiş, ve n=3 için gösterilmiştir.

Çözüm algoritmasının dayandığı ikinci yöntem olan "paralel düzlemler yöntemi" geometrik olarak yorumlanarak bir algoritma geliştirilmiştir.

Kuadratik fonksiyonunun Hessian Matrisini hesap etmek şartı ile eşlenik Gram-Schmidt yöntemi geliştirilerek buna bağlı bir algoritma kurulmuştur.

Kurulan algoritmaları bilgisayarda programlayıp çalıştırmak amacı ile eşlenik gradyan yöntemi ile ilişki araştırılmış ve bir bilgisayar programı geliştirilmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. GİRİŞ

n- Değişkenli gerçek fonksiyonların ekstremum noktaları bulmak için yerleşmiş yöntemlerden biri eşlenik doğrultular yöntemidir. Bu yöntemler sonlu boyutlu vekt^- uzaylarına uygulanabildiği gibi sonsuz boyutlu fonksiyon uzaylarına da uygulanabilir. Eşleniklik kavramı kuadrik yüzeylerin etüdünde ortaya çıkarılmış bir kavramdır. Cebrik olarak eşleniklik bir Q(x) kuadratik formunun Q(x,y) kutupsal formu ile ilişkilidir. Q(x) = st. yüzeyleri kuadrik yüzeylerdir. Bir x_1 sabit vektörü için $Q(x_1, x)$ = st. hiper yüzeyleri x_1 vektörü ile eşleniktirler. İki x, y vektörü Q(x,y)=0 ise eşleniktirler denir. Sonuç olarak eğer Q(x, y) bir iç çarpım ise eşleniklik dikeylik ile eş anlamlıdır. Eşleniklik, varyasyonel problemlerde ve Hilbert uzayındaki kuadratik formların etüdünde yaygın olarak kullanılan bir kavramdır. Önceleri eşleniklik sadece analitik ve geometrik araştırmalarda kullanılıyordu; ancak bilgisayarların gelişmesi ile bu kavram ve buna bağlı yöntemler nümerik analiz sahasında da kullanılmaya başlanmıştır. Burada şu not edilmelidir ki eşlenik doğrultu yöntemi lineer denklem sistemlerinin çözümünde standart olarak kullanılan Gauss indirgeme yöntemine alternatif olmayıp; önce tamamlıyan bir yöntemdir. Ancak kuadratik olmıyan fonksiyonların minimizasyonuna da genelleştirilebilir.

Bildirinin amacı eşlenik doğrultu yöntemi için analitik ve geometrik bir temel vermektir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. TEMEL

Optimizasyon teorisinde kuadratik fonksiyonların minimizasyonu önemli rol oynar. Bir f gerçel fonksiyonunun x_o minimum noktasını bulmak için kullanılan Newton Yöntemi-nin temelidir.

Newton Algoritması, x_o'ın eski x_1 tahminine dayanarak x_2 tahminini elde etmektir; bu da

$$F(x)=f(x_1) + f'(x_1,x-x_1) + 1/2\ f''(x_1,x-x_1) \qquad (2.1)$$

kuadratik formunu minimize etmek ile olur. Bu kuadratik form Taylor açınımı ile elde edilir. Burada, $f'(x, z)$ ve $f''(x, z)$ f in x noktasındaki birinci ikinci diferansiyelleridir,

$$f'(x,z)=f'^{T}(x) \qquad f''(x,z)=z^{T}f''(x)z$$

şeklinde ifade edilir. $f'(x)$ Vektörü f in x noktasındaki gradyanı, $f''(x)$de f in x noktasındaki Hess matrisidir. $x, z, f'(x)$ vektörleri kolon vektörleridir, ve f'^{T} ve z^{T} f' ve z vektörlerinin transpozesidir.

$$F(x)=1/2\ x^{T}Ax - h^{T}x + c \qquad (2.2)$$

kuadratik fonksiyonunun minimizasyonu için efektif bir metot

$$F'(x)=Ax - h$$

gradyenının sıfır olduğu F in x_o minimum noktasını bulmaktır. Bu ise

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$Ax=h$

denklem sisteminin çözümü olup

$$x_o=A^{-1}h$$

formülü ile ifadesini bulur. F in $F(x)=$st. yüzeyi x_o merkezli $(n-1)$- boyutlu bir elipsoidtir. Bundan dolayı F kuadratik fonksiyonunun minimizasyonu bir elipsoidin merkezinin bulunması ile eş anlamlıdır.

Çözüm algoritmasının dayandığı, kuadratik fonksiyonların en temel özelliği şu önermedir. F fonksiyonunun paralel doğrular üzerindeki minimum noktası, bu x_o minimum noktasını da içeren bir Π_{n-1} $(n-1)$- düzlemi üzerinde bulunur. Analitik olarak, F in x_2 minimum noktası, x_1 den p doğrultusunda geçen $x=x_1+\alpha p$ doğrusu üzerinde olup $(n-1)$- düzlemin içindedir.

$$\Pi_{n-1}: p^T(Ax-h)=0 \qquad (2.3)$$

Bu düzlemin normali A_p vektörüdür. Bu Π_{n-1}, $(n-1)$-düzlemine bu doğrulara ve bu p vektörüne eşleniktir denir. Bu durum Şekil 1 ile gösterilmiştir. F in x_2 minimum noktasında $x=x_1+\alpha p$ doğrusu üzerinde

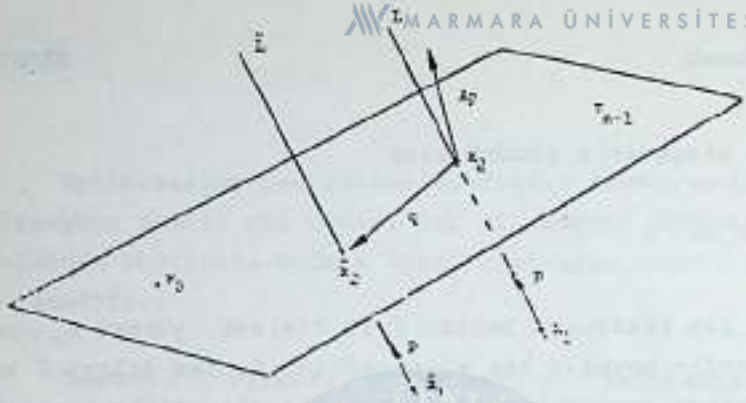
$$F'(x_2)=Ax_2-h$$

gradyanı p vektörüne diktir. Bundan dolayı,

$$p^T(Ax_2-h)=0 \qquad (2.4)$$

bağıntısı yazılabilir. Yani x_2 noktası Π_{n-1}, $(n-1)$-düzlemi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 1

Üzerindedir. Bunun sonucu olarak Π_{n-1} alternatif olarak

$$p^T A(x-x_2)=0 \qquad (2.5)$$

şeklinde gösterilebilir. $Ax_o=h$ bağıntısı geçerli olduğu sürece, F in x_o minimum noktası Π_{n-1} düzlemi içindedir. Eğer $x=\bar{x}_1+\alpha p$, p doğrultusundaki ikinci bir doğru ise, F in $\bar{x}_2$ minimum noktası da Π_{n-1} düzlemi içindedir. Yani

$$p^T A(\bar{x}_2-x_2)=0 \qquad (2.6)$$

bağıntısı geçerlidir. $q=\bar{x}_2-x_2$ vektörü F nin x_2 ve $\bar{x}_2$ minimum noktalarını p doğrultusundaki paralel doğrular üzerinde birleştirir ve şu bağlantıyı sağlar.

$$p^T Aq=0 \qquad (2.7)$$

Bu bağlantı geçerli olduğunda p ve q vektörlerine eşleniktir denir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

E^n, Euclid Uzayı üzerindeki bir kuadratik formun temel özelliği bizi çözüm algoritmasına götürecektir. Şöyle ki

i) $\Pi_n = E^n$ düzlemi içinde bir P_1 doğrultu vektörü seç;

ii) P_1 doğrultusuna sahip paralel doğrular üzerinde F i minimum yap.

Bu doğrular üzerindeki F i minimum yapan noktalar F in x_0 minimum noktasını da içeren bir Π_{n-1}, (n-1)-düzlemi belirlerler. Bundan sonra çözüm aranan uzayın boyutu bir azalıp Π_{n-1} olmuştur. Aynı işlemi tekrar etmek üzere Π_{n-1} düzlemi içinde bir P_2 doğrultusu seçeriz ve tekrar F i P_2 doğrultusundaki paralel doğrular üzerinde minimum yaparız. Böylece Π_{n-1} içinde x_0 noktasını da içeren bir Π_{n-2}, (n-2)-düzlemi elde ederiz; yine bir boyut düşürmüş oluruz. Böyle devam ederek x_0 noktasını n adımda belirleriz. Bu algoritma ile elde edilen $P_1, P_2, \ldots, P_n$ vektörleri karşılıklı eşleniktir:

$$P_j^T A P_k = 0 \qquad (j \neq k;\ j,k = 1, \ldots, n) \tag{2.8}$$

Bu yöntemi yürütmek için Π_{n-1}, Π_{n-2} düzlemlerini açık olarak belirlemek zorunda değiliz. Karşılıklı eşlenik $P_1, P_2, \ldots, P_n$ vektörlerini belirlemek yeterlidir. x_1 noktasından başlıyarak bir P_1 doğrultusu seçeriz ve F i $x = x_1 + \alpha P_1$ doğrusu üzerinde minimum kılar ve $x_2 = x_1 + a_1 P_1$ doğrusunu elde ederiz. P_1'in eşleniği olan P_2 doğrultusunu seçer ve F in $x = x_2 + \alpha P_2$ doğrusu üzerindeki $x_3 = x_2 + a_2 P_2$ minimum noktasını buluruz. x_k ye elde ettikten sonra, $P_1, \ldots, P_{k-1}$ in eşleniği olan, P_k yı seçer. $x = x_k + \alpha P_k$ doğrusu üzerinde $x_{k+1} = x_k + a_k P_k$ minimum noktasını buluruz. En son nokta için

$$X_{n+1} = x_n + a_n P_n = x_1 + a_1 P_1 + \ldots + a_n P_n$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

F in x_0 minimum noktasıdır.
(n-k)- Düzlemi şu denklemler ile verilir.

$$P_j^T(Ax-h)=0 \qquad (j=1, \ldots, k) \qquad (2.9)$$

veya eşdeğer olarak

$$P_j^T A(x-x_{k+1})=0 \qquad (j=1, \ldots, k) \qquad (2.10)$$

Böylece tanımlanmış yönteme eşlenik doğrultular yöntemi denir.

3. PARALEL YERDEĞİŞTİRMELER YÖNTEMİ

Yukarıda tanımlanan yöntem şu şekilde uygulanır: Köşeleri $x_1, x_{11}, x_{12}, \ldots, x_{1n}$ olan bir n-simplex ile veya eşdeğer olarak, bir x_1 noktasından ve $u_1, u_2, \ldots, u_n$ gibi n lineer bağımsız vektör ile işe başlanarak

$$x_{1j}=x_1+u_j \qquad (j=1, \ldots, n) \qquad (3.1)$$

yazılır. $P_1=x_{11}-x_1$ 'i seç ve F i

$$x=x_{1j}+\alpha P_1 \qquad (j=1, \ldots, n) \qquad (3.2)$$

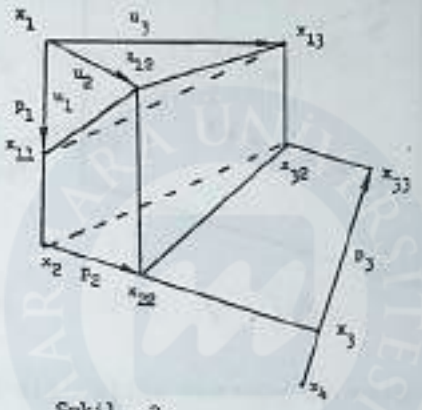
paralel doğrultular üzerinde minimize et.
Bu bize $x_2=x_{21}, x_{22}, x_{22}, \ldots, x_{2n}$ gibi n nokta verecektir ki bu da F in x_0 minimum noktasını da içeren bir Γ_{n-1}, (n-1)-düzlemi verecektir. Bundan sonra $P_2=x_{22}-x_2$ seçilir ve F

$$x=x_{2j}+\alpha P_2 \qquad (j=2, \ldots, n) \qquad (3.3)$$

paralel doğrultusu üzerinde minimize edilir. Böylece yine

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$x_3=x_{32}, x_{33}, \ldots, x_{3n}$ noktaları elde edilir. Bu da yine F in x_0 minimum noktasını da içeren bir Π_{n-3} (n-3)-düzlemi belirler. n Tekrarlamada, x_0 noktası $x_{n+1}=x_{n+1,n}$ olarak elde edilecektir. Bu yönteme paralel yerdeğiştirmeler yöntemi denir. n=3 için durum Şekil 2'de gösterilmiştir.



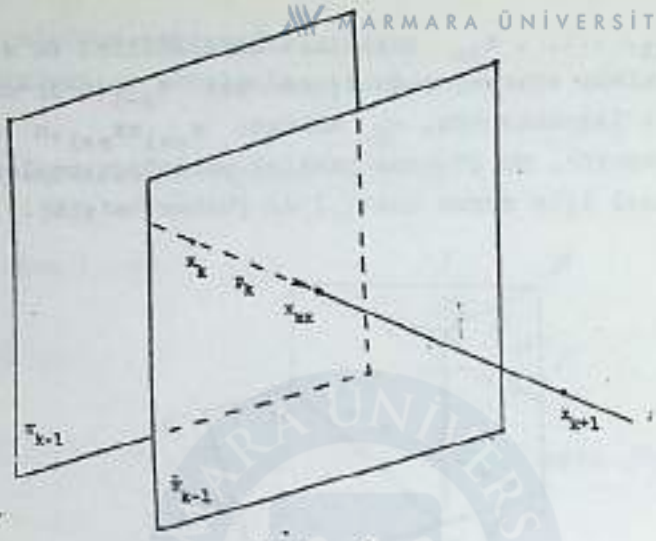
Şekil 2

Eğer özel olarak $x_1=0$, $u_1=(1, 0, \ldots, 0)$, $u_2=(0,1,..,0)$, ... $u_n=(0, \ldots, 0,1)$ olarak alınır ise yöntemin Gauss indirgemesi yöntemi olduğu anlaşılır.

4. PARALEL DÜZLEMLER YÖNTEMİ

Bir önceki kısımda tanımlanan nümerik hesapların paralel olmasına gerek yoktur. Seri olarak uygun sırada hesap yapıldığında paralel düzlemler yöntemi denilen algoritma ortaya çıkar. Bu algoritma pozitif definit bir F fonksiyonunun şu özelliğini temel alır. x_k ve x_{kk} F in iki paralel ayrı n_{k-1} ve $\bar{n}_{k-1}$ (k-1)-düzlemleri üzerindeki minimum noktaları olsun. $P_k=x_{kk}-x_k$ vektörü bu (k-1)-düzlemleri ile eşleniktir. F in $x=x_k+\alpha P_k$ doğrusu üzerindeki x_{k+1} minimum noktası x_k ve x_{kk} noktalarından geçerek n_{k-1} ve $\bar{n}_{k-1}$ düzlemlerini geren $n_k=n_{k-1}+\alpha P_k$ düzlemi üzerinde F ye bir minimum nokta sağlar (Şekil 3).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 3

Bu özellik bize şu yöntemi verir: bir x_1 başlangıç noktası ve x_1 den geçen ve $p_1=u_1$ doğrultusunda bir Π_1 doğrusu seç ve F in x_2 minimum noktasını Π_1 üzerinde bul. Π_1 üzerinde olmıyan bir u_2 vektörü seç. F in x_{22} minimum noktasını Π_1 in u_2 kadar ötelenmesi olan $\bar{\Pi}_1=\Pi_1+u_2$ üzerinde bul. Bundan sonra $P_2=x_{22}-x_2$ koy ve F in x_3 minimum noktasını Π_1 ve $\bar{\Pi}_1$ 'i x_2 noktasından geçerek geren $\Pi_2=\Pi_1+\alpha P_2$ 2-düzlemi üzerinde bul. k=3, ... , n şu şekilde işlem görür. Π_{k-1},(k-1)-düzlemi üzerinde F in x_k minimum noktası belirlendiğinde, Π_{k-1} içinde olmıyan u_k vektörünü seç ve x_{kk} minimum noktasını Π_{k-1} in u_k kadar ötelenmişi olan $\bar{\Pi}_{k-1}=\Pi_{k-1}+u_k$ üzerinde bul. Aşikâr olarak $\bar{\Pi}_{k-1}$, Π_{k-1} düzlemleri paraleldir. $P_k=x_{kk}-x_k$ seç ve F in, x_k ve x_{kk} noktalarından geçen $x=x_k+\alpha p_k$ doğrusu üzerindeki $x_{k+1}=x_k+\alpha_k P_k$ minimum noktasını bul. x_{k+1} noktası F i Π_{k-1} ve $\bar{\Pi}_{k-1}$ düzlemleri üzerine gerilen $\Pi_k=\Pi_{k-1}+\alpha p_k$ düzlemi üzerinde minimum kılar. Bu şekilde elde edilmiş x_{n+1} noktası F in x_o minimum noktasıdır. Bu yöntem şu şekilde nümerik hesap algoritması haline getirilir.

i) Bir x_1 ilk noktası ve $p_1=u_1$ doğrultusu seçilir,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ve F in $x=x_1+\alpha p_1$ doğrusu üzerinde $x_2=x_1+a_1p_1$ minimum noktası elde edilir;

ii) $k=2, \ldots, n$ için $u_1, u_2, \ldots, u_k$ lineer bağımsız olacak şekilde u_k yı seç;

iii) $x_{1k}=x_1+u_k$ (veya $x_{1k}=x_k+u_k$) yı yaz ve ard arda

$$x_{j-1,k}=x_{jk}+a_{jk}p_j \qquad (4.1)$$

noktalarını

$$x=x_{jk}+p_j \qquad (j=1, \ldots, k) \qquad (4.2)$$

doğruları üzerinde bul;

iv) $p_k=x_{kk}-x_k$ koy ve F in x_k ve x_{kk} noktalarından geçen ve $x=x_k+\alpha p_k$ doğrusu üzerindeki $x_{k-1}=x_k+a_kp_k$ minimum noktasını bul.

5. EŞLENİK GRAM-SCHMIDT YÖNTEMİ

Önceki iki bölümde geliştirilmiş algoritmalar ara işlem olarak hesaplanan x_{jk} noktaları düşünülerek basitleştirilebilir. x_k ve x_{kk} için yazılmış şu formüllere dikkat edelim :

$$x_k=x_1+a_1p_1+\ldots+a_{k-1}p_{k-1} \qquad (5.1)$$

$$x_{kk}=x_{1k}+a_{1k}p_1+\ldots+a_{k-1,k}p_{k-1} \qquad (5.2)$$

$x_{1k}=x_1+u_k$ olarak seçersek

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$p_k = x_{kk} - x_k = u_k + (a_{1k} - a_1)p_1 + \ldots + (a_{k-1,k} - a_{k-1})p_{k-1} \quad (5.3)$$

yazılabilir. $x_{1k} = x_k + u_k$ kullanıldığında da buna benzer bir formül elde edilir. Birbiri ile eşlenik $P_1, \ldots, P_n$ vektörleri $u_1, \ldots, u_n$ vektörlerinden Gram-Schmidt yöntemi ile elde edilir.

$$p_1 = u_1$$

$$p_2 = u_2 - b_{21}p_1$$

$$p_3 = u_3 - b_{31}p_1 - b_{32}p_2$$

$$\vdots$$

$$p_k = u_k - b_{k1}p_1 - b_{k2}p_2 - \ldots - b_{k,k-1}p_{k-1} \; ; \quad (5.4)$$

burada b_{jk} $(j=1, \ldots, k-1)$ $p_k, p_1, \ldots, p_{k-1}$ vektörlerine eşlenik olacak şekilde seçilmiş skalerlerdir.

Buna göre şu formüller elde edilir :

$$b_{kj} = \frac{u_k^T A p_j}{dj} \qquad d_j = p_j^T A p_j \qquad (j=1, \ldots, k-1) \quad (5.5)$$

burada A, F kuadratik fonksiyonunun Hess matrisidir. (5.4) ve (5.5) bağıntıları birleştirilerek

$$x_{k+1} = x_k + a_k p_k \quad (5.6)$$

$$a_k = C_k / d_k \quad (5.7)$$

$$C_k = -F'^T(x_k)\, p_k \quad (5.8)$$

$$d_k = p_k^T A p_k \quad (5.9)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

formülleri elde edilir. Böylece, eşlenik Gram-Schmidt yöntemi olarak adlandırılan F fonksiyonunu minimum kılan algoritmayı elde etmiş oluruz.

REFERANSLAR

[1] LUENBERGER, D. Optimization by Vector Space Methods John Wiley & Sons New York 1969.

[2] HESTENES, M.R. Conjugate Direction Methods in Optimization in STOER, J.(ed.) Optimization Techniques Proceedings of the 8th. IPIP Conf. Springer Verlag Berlin 1978.

[3] BELTRAMI, E.J.
"An Algorithmic Approach to Nonlineer Analysis and Optimization" Academic Press New York 1970.

[4] BUNDAY, B.D.
"BASIC Optimization Methods" Edward Arnold London 1984.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DÜZGÜN VE DEĞİŞKEN HERMİT OPERATÖRLERİNİN DÜZLEMSEL TASIYICILARIN ÇÖZÜMÜNE UYGULANMASI

Yrd.Doç.Dr.M.EMİN TÖZÜN, K.Ü.Zonguldak Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

Özet:
Bildirinin kapsamında Düzlemsel Taşıyıcılar sınıfına giren Plâk ve Perde Taşıyıcıların Farklar Yöntemi yardımıyla sayısal çözümleri ele alınmaktadır. Yüzeysel Taşıyıcıların genel bağıntılarından yararlanılarak elde edilen Düzlemsel Taşıyıcılar differansiyel denklem takımlarının çözümleri, sonlu farklar yönteminin ileri bir aşaması olan ve kesin çözümlere yaklaşımı iyi sonuç veren "HERMİT SAYISAL ÇÖZÜM YÖNTEMİ" yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Çözüm yönteminin matematiksel mantığı proğram yazımı ile bilgisayara aktarılmış, yüzey üzerindeki ızgaranın kotlanması, çözüm operatörlerinin seçimi ve differansiyel denklemleri sonlu denklemlere çeviren ağırlıkların hesaplanması genelleştirilmiştir. Elde edilen ve yüzlerce bilinmeyeni kapsayan band matrisi yapısındaki sistemin çözümünde GAUSS Algoritmasının özel halleri uygulanmıştır. Bağıntıların yazımında ve uygulanmasında Tansör Cebri yazım kuralları kullanılmıştır. Bu sayede formüllerin açıklanması, yazımı ve bilgisayara aktarılması daha kolay olmuştur. Bilgisayardan alınan sonuçlar farklı geometriler ve farklı sınır şartı içeren Plâk ve Perde Taşıyıcılara uygulanarak alınmıştır. Sistemlerin çözümünde düzgün ve değişken Hermit Operatörleri uygulanmıştır. Seçilen ızgara takımları düzgün ve değişken kotlama konumları için ayrı ayrı incelenmiş, yük ve mesnetlenme konumlarına göre ızgara seçiminin önemi sayısal uygulamalarıyla birlikte alınmıştır.

1. YÜZEYSEL TAŞIYICILAR TEORİSİ

Tansör cebri kullanılarak tanımlanan yüzeyden hareketle, differansiyel yüzey elemanına ait denge denklemleri,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

bünye denklemleri ve kinematik bağıntılar çıkarılmıştır. Bu bağıntılar yüzey elemanındaki iç-dış MEKANİK ve KİNEMATİK BÜYÜKLÜKLER arasındaki bağıntıları vermektedir.[1],[2] [4],[8],[9],[10],[14]

1.1 YÜZEY GEOMETRİSİNİ TANIMLAYAN BÜYÜKLÜKLER

Yüzeye ait yer vektörünün bilinmesi,söz konusu yüzeyin tanınması için yeterlidir(Şekil.1).Aşağıdaki gibi özetlenebilir.

-Yer vektörü

$$\underset{\sim}{r} = \underset{\sim}{r}(x^i) = \underset{\sim}{r}(\theta^\alpha) \qquad 1.1$$

-kovaryant ve kontravaryant Bazvektörleri

$$\underset{\sim}{a}_\alpha = \underset{\sim}{r}_{,\alpha} \; ; \; \underset{\sim}{a}^\alpha = \underset{\sim}{a}^{\alpha\beta}\, \underset{\sim}{a}_\beta \qquad 1.2$$

-kovaryant ve kontravaryant Ölçümtansörü

$$a_{\alpha\beta} = \underset{\sim}{a}_\alpha \cdot \underset{\sim}{a}_\beta \; ; \quad a^{\alpha\beta} = \underset{\sim}{a}^\alpha \cdot \underset{\sim}{a}^\beta \qquad 1.3$$

-determinant a

$$a = a_{11}\cdot a_{22} - a_{12}\cdot a_{21} \qquad 1.4$$

-normal birim vektör

$$\underset{\sim}{a}_3 = \underset{\sim}{a}_1 \times \underset{\sim}{a}_2 \,/\, \sqrt{a} \qquad 1.5$$

-normal ve karışık eğrilik tansörü

$$b_{\alpha\beta} = \underset{\sim}{a}_{\alpha,\beta} \cdot \underset{\sim}{a}_3 \; ; \; b^\alpha_\beta = b_{\gamma\beta}\cdot a^{\alpha\gamma} = \underset{\sim}{a}^\alpha{}_{,\beta} \cdot \underset{\sim}{a}_3 \qquad 1.6$$

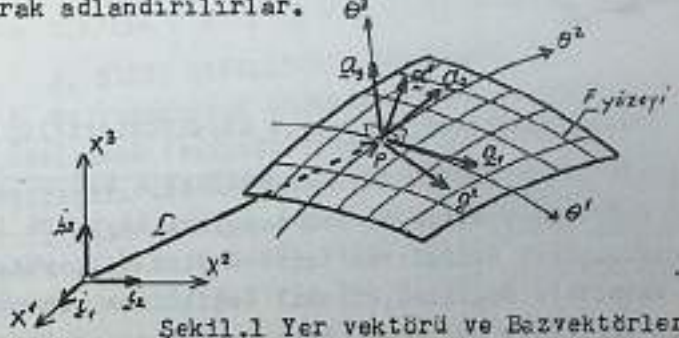
-1.ve 2.tip Christoffel sembolü

$$\Gamma_{\alpha\beta\gamma} = \underset{\sim}{a}_{\alpha,\beta} \cdot \underset{\sim}{a}_\gamma \; ; \; \Gamma^\gamma_{\alpha\beta} = \underset{\sim}{a}_{\alpha,\beta} \cdot \underset{\sim}{a}^\gamma \qquad 1.7$$

-yüzey üzerindeki türev için

$$\begin{aligned}
w_\alpha|_\beta &= w_{\alpha,\beta} - \Gamma^\lambda_{\alpha\beta}\, w_\lambda && \text{(a)}\\
q^\alpha|_\beta &= q^\alpha{}_{,\beta} + \Gamma^\alpha_{\lambda\beta}\, q^\lambda && \text{(b)}\\
W_{\alpha\beta}|_\gamma &= W_{\alpha\beta,\gamma} - \Gamma^\lambda_{\alpha\gamma}\, W_{\lambda\beta} - \Gamma^\lambda_{\beta\gamma}\, W_{\alpha\lambda} && \text{(c)}\\
n^{\alpha\beta}|_\gamma &= n^{\alpha\beta}{}_{,\gamma} + \Gamma^\alpha_{\lambda\gamma}\, n^{\lambda\beta} + \Gamma^\beta_{\lambda\gamma}\, n^{\alpha\lambda} && \text{(d)}
\end{aligned} \qquad 1.8$$

örnekleri verilebilir.1.8a,b 1.mertebeden,1.8c,d 2.mertebeden ko-ve kontravaryant tansörlerin kovaryant türevleri olarak adlandırılırlar.



Şekil.1 Yer vektörü ve Bazvektörler sistemi

1.2 YER DEĞİŞTİRME VE DÖNME BÜYÜKLÜKLERİ

Normal hipotezin geçerli olduğu konum için Şekil.2 den aşağıdaki bağıntıları okumak mümkündür.

$$\underset{\sim}{v}^{*} = \underset{\sim}{v} + \theta^{3}.\underset{\sim}{w} \qquad \text{(a)}$$

$$\underset{\sim}{w} = \underset{\sim}{\omega} \times \underset{\sim}{a}_{3} \qquad \text{(b)} \qquad 1.9$$

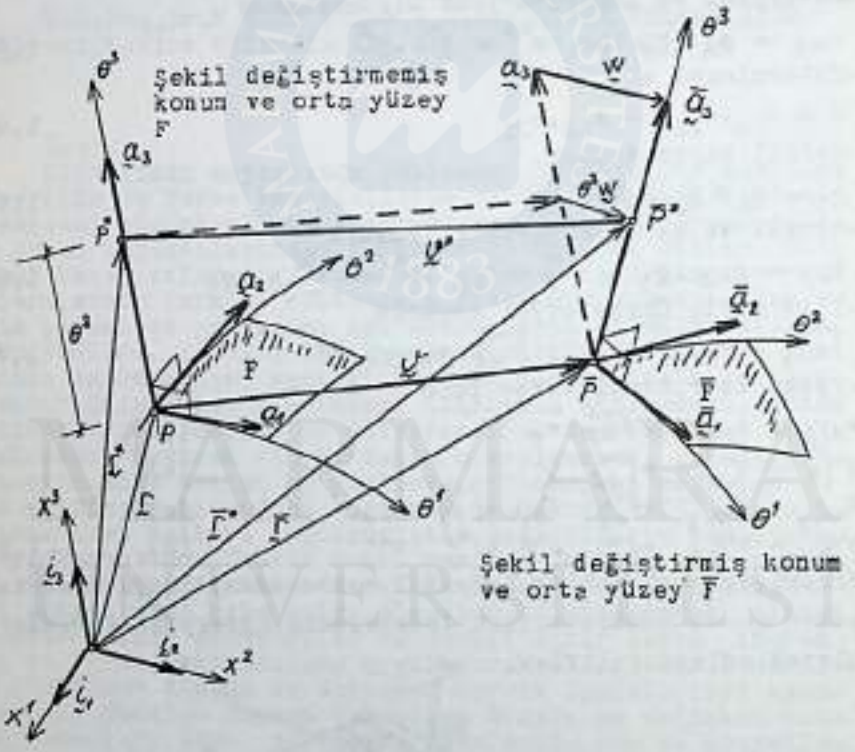
Yer değiştirmeleri ve dönmeleri tanımlayan vektörlerin bazvektörler sistemindeki bileşenleri:

$$\underset{\sim}{v} = v_{\alpha}\,\underset{\sim}{a}^{\alpha} + v_{3}\,\underset{\sim}{a}^{3} = v^{\alpha}\,\underset{\sim}{a}_{\alpha} + v^{3}\,\underset{\sim}{a}_{3} \qquad \text{(a)}$$

$$\underset{\sim}{w} = w_{\alpha}\,\underset{\sim}{a}^{\alpha} = w^{\alpha}\,\underset{\sim}{a}_{\alpha} \qquad \text{(b)} \qquad 1.10$$

şeklindedir.Normal Hipotez bağıntılarınıda,Bernoilli Hipotezi gereği aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$w_{\alpha} = -(v_{3,\alpha} + v_{\lambda}\, b^{\lambda}_{\alpha}) \qquad 1.11$$



Şekil.2 Şekil değiştirme konumu ve büyüklükleri[10],[14]

1.3 ŞEKİL DEĞİŞTİRME DURUMU VE KİNEMATİK BAĞINTILAR

Şekil değiştirme durumunu iki tansörel büyüklük tanımlamaktadır.1.şekil değiştirme tansörü olan $\alpha_{\alpha\beta}$, yüzey üzerindeki uzunlukta değişimi,2.şekil değiştirme tansörü olan $\omega_{\alpha\beta}$ise eğrilikte değişimi tanımlarlar ve aşağıdaki

bağıntılar ile belirlidirler.

$$\alpha_{\alpha\beta} = 1/2(v_{\alpha|\beta} + v_{\beta|\alpha} - 2b_{\alpha\beta}\, v_3) \quad 1.12$$

$$\omega_{\alpha\beta} = 1/2(w_{\alpha|\beta} + w_{\beta|\alpha} - b^{\lambda}_{\alpha}\, v_{\lambda|\beta} - b^{\lambda}_{\beta}\, v_{\lambda|\alpha} + 2b_{\lambda\alpha} b^{\lambda}_{\beta}\, v_3) \quad 1.13$$

1.4 TAŞIYICIYA ETKİYEN YÜKLER VE DENGE DENKLEMLERİ

Taşıyıcıya etkiyen kuvvet($\underset{\sim}{p}$) ve moment($\underset{\sim}{a}$) yükleri, sistemde iç kuvvet($\underset{\sim}{n}^{\alpha}$) ve momentleri($\underset{\sim}{m}^{\alpha}$) oluştururlar. Bu büyüklüklere ait bileşenler aşağıdaki gibidir.

$$\underset{\sim}{p} = p^{\alpha}\, \underset{\sim}{a}_{\alpha} + p^{3}\, \underset{\sim}{a}_{3} \quad 1.14$$

$$\underset{\sim}{c} = c^{\beta}\, \underset{\sim}{a}_{3} \times \underset{\sim}{a}_{\beta} \quad 1.15$$

$$\underset{\sim}{n}^{\alpha} = n^{\alpha\beta}\, \underset{\sim}{a}_{\beta} + q^{\alpha}\, \underset{\sim}{a}_{3} \quad 1.16$$

$$\underset{\sim}{m}^{\alpha} = m^{\alpha\beta}\, \underset{\sim}{a}_{3} \times \underset{\sim}{a}_{\beta} \quad 1.17$$

Dikkate alınan differansiyel yüzey elemanında bu büyükler ve artımları arasında denge bağıntıları yazılıp gerekli tansörel işlemler yapılırsa aşağıdaki denge denklemlerine varılır.

$$n^{\alpha\beta}{}_{|\alpha} - b^{\beta}_{\alpha}\, q^{\alpha} + p^{\beta} = 0 \quad 1.18$$

$$b_{\alpha\beta}\, n^{\alpha\beta} + q^{\alpha}{}_{|\alpha} + p^{3} = 0 \quad 1.19$$

$$m^{\alpha\beta}{}_{|\alpha} - q^{\beta} + c^{\beta} = 0 \quad 1.20$$

1.18 $\underset{\sim}{a}_{\alpha}$ baz-vektörleri,1.19 $\underset{\sim}{a}_{3}$ birim vektörü doğrultusundaki denge denklemleri,1.20 ise $\underset{\sim}{a}_{\alpha}$ baz-vektörleri doğrultusundaki moment denge denklemleridir.

1.5 BÜNYE DENKLEMLERİ

İç mekanik büyüklükler olan $n^{\alpha\beta}$ ve $m^{\alpha\beta}$ ile iç kinematik büyüklükler olan $\alpha_{\alpha\beta}$ ve $\omega_{\alpha\beta}$ arasındaki bağıntıları veren denklemlerdir.

$$n^{\alpha\beta} = D\left[H^{\alpha\beta\lambda\gamma}\alpha_{\lambda\gamma} - (1+\nu)a^{\alpha\beta}\,\alpha_T\,T_0\right] \quad 1.21$$

$$m^{\alpha\beta} = B\left[H^{\alpha\beta\lambda\gamma}\omega_{\lambda\gamma} - \frac{(1+\nu)}{h}a^{\alpha\beta}\,\alpha_T\,\Delta T\right] \quad 1.22$$

Burada $H^{\alpha\beta\lambda\gamma}$ elastisite tansörü,D uzama rediörü ve B eğilme rediörü olup aşağıdaki eşitlikler ile belirlidir.

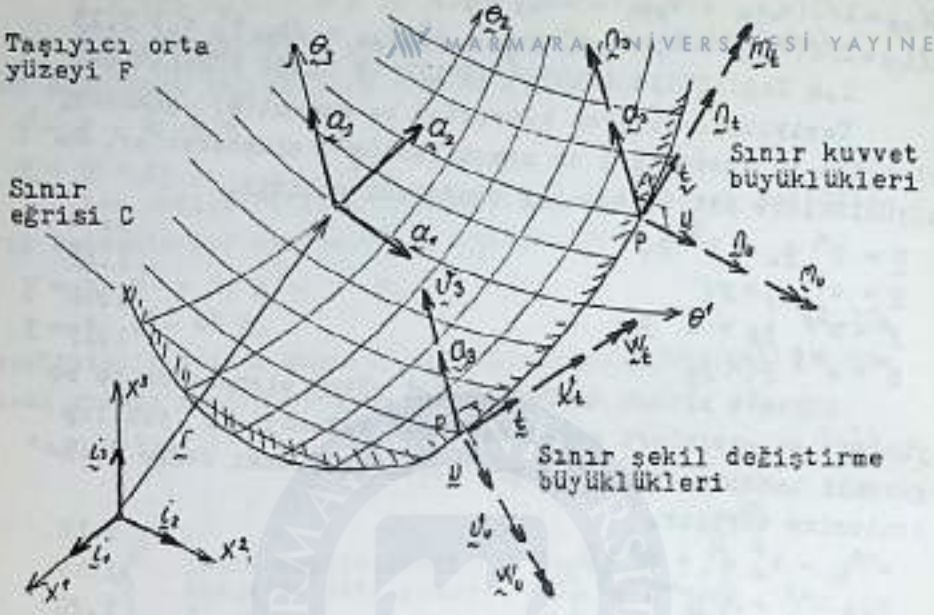
$$H^{\alpha\beta\lambda\gamma} = \frac{1-\nu}{2}(a^{\alpha\lambda}\,a^{\beta\gamma} + a^{\alpha\gamma}\,a^{\beta\lambda} + \frac{2\nu}{1-\nu}\,a^{\alpha\beta}\,a^{\lambda\gamma}) \quad 1.23$$

$$D = E.h/(1-\nu^2) \quad ; \quad B = E.h^3/12(1-\nu^2) \quad 1.24$$

2. SINIR ŞARTLARININ YAZILMASI

Differansiyel denklem olarak yüzeysel taşıyıcılarda 8.,düzlemsel taşıyıcılarda ise 4.dereceden denklemlerle karşılaşılır.Bu denklemlerin çözümü için bilinen sınır şartlarının devreye sokulması zorunludur.Bunlar yüzeysel taşıyıcılar için 4,düzlemsel taşıyıcılar için 2 tanedir. Gelişigüzel bir sınırda tanımlanan büyüklükler ile sınır

şartlarının yazılması açıklanacağı gibi gayet kolaydır.



Şekil.3 Taşıyıcı orta yüzeyi, Sınır eğrisi C [10], [14]

2.1 TANIM BAĞINTILARI VE YAZILABİLİR SINIR ŞARTLARI

Herhangi bir sınır eğrisi C üzerinde(Şekil.3) üçlü birim vektör sistemi $\underset{\sim}{t}, \underset{\sim}{u}, \underset{\sim}{a}_3$ seçilsin. Teğet vektör $\underset{\sim}{t}$ ile ona dik binormal vektör $\underset{\sim}{u}$ nun baz-vektör sistemindeki bileşenleri;

$$\underset{\sim}{t} = t_\alpha \underset{\sim}{a}^\alpha = t^\alpha \underset{\sim}{a}_\alpha \; ; \quad \underset{\sim}{u} = u_\alpha \underset{\sim}{a}^\alpha = u^\alpha \underset{\sim}{a}_\alpha = \underset{\sim}{t} \times \underset{\sim}{a}_3 \qquad 2.1$$

şeklindedir. Bileşenler sınır eğrisinin geometrisine bağlı büyüklüklerdir. C eğrisi üzerindeki kuvvet ve moment büyüklükleri;

$$\underset{\sim}{n} = n_u \underset{\sim}{u} + n_t \underset{\sim}{t} + n_3 \underset{\sim}{a}_3 \qquad 2.2$$

$$\underset{\sim}{m} = m_u \underset{\sim}{u} + m_t \underset{\sim}{t} \qquad 2.3$$

ve iç mekanik büyüklükler cinsinden karşılıkları;

$$n_t = n^{\alpha\beta} u_\alpha t_\beta \qquad 2.4$$

$$n_u = n^{\alpha\beta} u_\alpha u_\beta \qquad 2.5$$

$$n_3 = q^\alpha u_\alpha \qquad 2.6$$

$$m_t = m^{\alpha\beta} u_\alpha u_\beta \qquad 2.7$$

$$m_u = -m^{\alpha\beta} u_\alpha t_\beta \qquad 2.8$$

şeklindedir. n_t kayma kuvveti, n_u normal kuvvet, n_3 kesme kuvveti, m_t eğilme momenti ve m_u burulma momentidir. Aynı şekilde yer değiştirmeler ve bileşenleri;

$$\underset{\sim}{v} = v_t \underset{\sim}{t} + v_u \underset{\sim}{u} + v_3 \underset{\sim}{a}_3 \qquad 2.9$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$v_t = v^\alpha t_\alpha \quad ; \quad v_u = v^\alpha u_\alpha \quad ; \quad v_3 = v^3 \qquad 2.10$$

şeklinde olup üç yöndeki yerdeğiştirmelerdir.Aynı şekilde dönmeler ve bileşenleride aşağıdaki gibi yazılır.

$$\underset{\sim}{w} = w_t \underset{\sim}{t} + w_u \underset{\sim}{u} \qquad 2.11$$

$$w_t = w^\alpha t_\alpha \quad ; \quad w_u = w^\alpha u_\alpha \qquad 2.12$$

Sonuç olarak toparlanırsa, [illegible] BİÇİM DEĞİŞTİRME BÜYÜKLÜKLERİ,

$$\gamma_t \ , \ \gamma_u \ , \ \gamma_3 \ , \ w_t \qquad 2.13$$

KUVVET BÜYÜKLÜKLERİ,

$$n_t \ , \ n_u \ , \ n_3 \ , \ m_t \qquad 2.14$$

[illegible]dirler. Gerek n_u ve gerekse m_u diğer büyüklüklere bağımlı olduklarından yazılabilir sınır şartları değildirler.

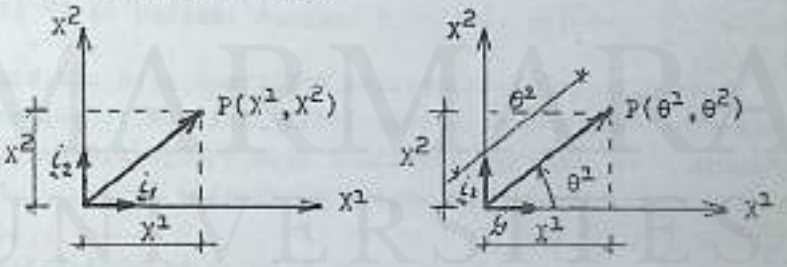
3. DÜZLEMSEL TAŞIYICILAR BAĞINTILARININ BULUNMASI

1 ve 2.kısımda geçen genel bağıntılarda eğrilik tansörü sıfır alınarak Plâk ve Perde taşıyıcılar bağıntıları kolaylıkla elde edilir.Dik koordinatlarda ve Polar koordinatlarda formülleri elde edebilmek için yer vektörü bileşenlerini;

$$\underset{\sim}{r} = \underset{\sim}{r}(x^\alpha) = x^\alpha \underset{\sim}{i}_\alpha \qquad (a)$$

$$= \underset{\sim}{r}(x^\alpha) = r(\theta^\alpha) = \theta^2(\mathrm{Cos}\theta^1 \underset{\sim}{i}_1 - \mathrm{Sin}\theta^1 \underset{\sim}{i}_2) \qquad (b) \qquad 3.1$$

almak yeterlidir(Şekil.4)

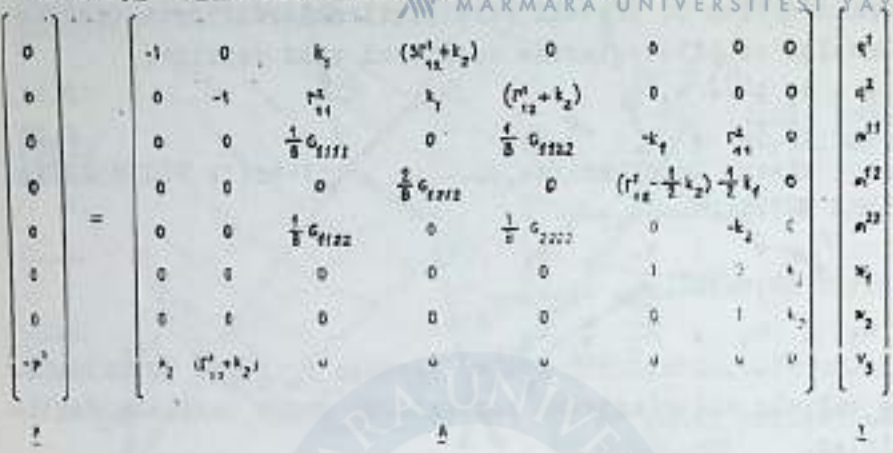


Şekil.4 Dik kartezyen ve Polar koordinatlar veYer vektörü

3.1 DÜZLEMSEL TAŞIYICILAR BAĞINTILARI

2.kısımda açıklamaları yapılan denge denklemleri , kinematik bağıntılar ve Bünye denklemlerinde $b_{\alpha\beta} = b^\alpha_\beta = 0$ yazmak suretiyle Tablo.1 de görülen iki gurup denklem sistemine varılır.Gurup A denklemleri PERDE TEORİSİ,Gurup B denklemleri PLAK TEORİSİ'nde söz konusudur.Bilinmeyen sayıları ile denklem sayıları eşit olduğundan çözülebilir sistemlerdir.

TABLO.2 PLAK TEORİSİ denklem sistemi,matris form,



MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

4.1 HERMİT SAYISAL ÇÖZÜM YÖNTEMİNİN DİFFERANSİYEL DENKLEM SİSTEMLERİNE UYGULANMASI

Basit sonlu farklar yönteninde herhangi bir noktadaki fonksiyonun türevi yerine birtakım katsayılar ile fonksiyonun değerlerinin çarpımlarının toplamı yazılarsk sonuca gidilir.Bu yaklaşım ileri,merkezi veya geri farklar olabilir.Genel olarak;

$$y_i^k = \underline{D}_i^k \cdot \underline{Y} + R^k \qquad 4.1$$

yazılabilen yaklaşım formülünde,i gelinen nokta,k türev derecesi,D_i^k operatör vektörü,$\underline{Y}$ ordinat vektörü ve R^k hata terimidir.

Hermit kesinlik derecesini arttırmak için söz konusu noktada fonksiyonun türevlerinede yaklaşım formülleri uygulanmış ve daha iyi formüller elde etmiştir.Genel olarsk bir yönde türevleri kapsayan denklemler için;

$$\underline{D}_k^i \cdot \underline{Y} = \underline{S}_k^i \cdot \underline{Y}^k + R_k \qquad 4.2$$

yazılabilir.Burada k türev derecesi,D_k^i farklar operatörü S_k^i toplama operatörü R_k ise hata terimidir.4.2 formülünde hata terimi atılırsa,türevli terimleri $\underline{S}$ operatörleriyle çarparak yerlerine türevsiz terimleri içeren $\underline{D}.\underline{Y}$ ifadeleri yazılabilir.Aynı şekilde iki yönde türevleri kapsayan denklemler için;

$$D1^{i,j}.Y_{i,j} = S^{i,j}.Y^{k1}_{i,j} + R1 \qquad (a)$$

$$D2^{i,j}.Y_{i,j} = S^{i,j}.Y^{k2}_{i,j} + R2 \qquad (b) \qquad 4.3$$

formülleri uygulanır.Burada i,j gelinen nokta,D1 1 nolu koordinat yönündeki, D2 2 nolu koordinat yönündeki fark-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO.1 Düzlemsel Taşıyıcılar denklemleri

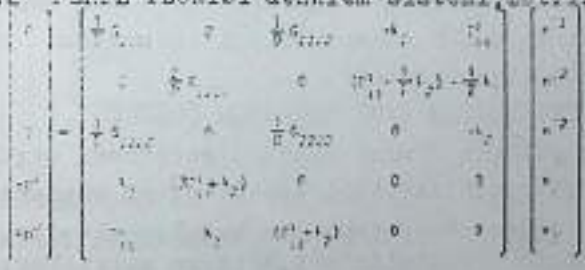
	GRUP A	GRUP B
DENGE DENKLEMLERİ	$n^{\alpha\beta}/_{\alpha}+P^{\beta}=0$	
		$q^{\alpha}/_{\alpha}+p^{3}=0$
		$m^{\alpha\beta}/_{\alpha}-q^{\beta}=0$
	$\bar{n}^{(\alpha\beta)}=n^{\alpha\beta}$	
KİNEMATİK BAĞINTILAR	$\alpha_{\alpha\beta}=\frac{1}{2}(v_{\alpha/\beta}+v_{\beta/\alpha})$	
		$\omega_{\alpha\beta}=\frac{1}{2}(w_{\alpha/\beta}+w_{\beta/\alpha})$
		$w_{\alpha}+v_{3\alpha}=0$
SÜNME DENKLEMLERİ	$n^{\alpha\beta}=D\left[(1-\nu)\alpha^{\alpha\beta}+\nu\alpha_{\rho\rho}\delta^{\alpha\beta}-(1+\gamma)\alpha^{\alpha\beta}\alpha_{1}\Delta T\right]$	
		$m^{\alpha\beta}=B\left[(1-\nu)\omega^{\alpha\beta}+\nu\omega_{\rho\rho}\delta^{\alpha\beta}-\frac{1+\gamma}{\lambda}\alpha^{\alpha\beta}\alpha_{1}\Delta T\right]$
	$\alpha_{\alpha\beta}=\frac{G_{\alpha\beta\rho\lambda}}{D}n^{\rho\lambda}+a_{\alpha\beta}\alpha_{1}\Delta T$	
		$\omega_{\alpha\beta}=\frac{G_{\alpha\beta\rho\lambda}}{B}m^{\rho\lambda}+\frac{a_{\alpha\beta}}{\lambda}\alpha_{1}\Delta T$

[14]

4. DİFFERANSİYEL DENKLEM TAKIMLARININ ÇÖZÜMÜ

Tablo.1 de verilen denklem sistemlerinde Perde teorisinde $n^{\alpha\beta}$, $\alpha_{\alpha\beta}, v_{\alpha}$ bilinmeyenleri 8,Plâk teorisinde ise q^{α} , $m^{\alpha\beta}$, $\omega_{\alpha\beta}, w_{\alpha}$, v_{3} bilinmeyenleri 11 tanedir.Ancak kinematik bağıntılar ile bünye denklemlerini birlikte alarak 1.ve2.şekil değiştirme tansörleri elimine edilirse , perde teorisinde 5,plâk teorisinde 8 bilinmeyenli kısmi diferansiyel denklem sistemlerine varılır.Bu denklemleri matris formda Tablo.2 ve Tablo.3 de görmek mümkündür.[2], [3],[5],[6],[7],[8],[9],[13],[14]

TABLO.2 PERDE TEORİSİ denklem sistemi,matris form.



[14]

lar operatörleri, Σ ise toplama operatörleridir. Gerek 4.2 gerekse 4.3 deki formüllerde operatör katsayılarının bulunması için bir ve iki boyutlu taylor serilerinden yararlanılır. Operatör modülü nokta sayısına ve ızgara konumuna bağlı olarak bu işlemler proğram yazımı ile otomatik olarak yapılmakta ve düzgün veya değişken ızgara konumu için operatör ağırlıkları hesaplanmaktadır.

Tablo.2 ve 3 de görülen denklemlerde iki yöndede türevler(k1,k2) mevcuttur. Genel formda yazılırsa;

$$A_1.Y^{\cdot} + A_2.Y' + C.Y + P = 0 \qquad 4.4$$

şeklinde bir matris denklem elde edilir. Burada A_1 ve A_2 sabit katsayılar matrisi, C değişken katsayılar matrisi $Y^{\cdot}$ 1 nolu eksen yönünde türevleri kapsayan bilinmeyenler vektörü, Y' 2 nolu eksen yönünde türevleri kapsayan bilinmeyenler vektörü ve Y ise türevsiz bilinmeyenler vektörüdür. P yük vektörüdür. Uygulama kolaylığı açısından

$$B = C - A_1^{\cdot} - A_2' \qquad 4.5$$

kısaltması ile birlikte,

$$(A_1.Y)^{\cdot} + (A_2.Y)' + B.Y + P = 0 \qquad 4.6$$

konumu elde edilir. Bütün terimler Σ toplama operatörü ile çarpılır ve 4.3a,b hata terimsiz düşünülürse,

$$(p1^{i,j}.A_1 + p2^{i,j}.A_2 + \Sigma^{i,j}.B).Y = -\Sigma^{i,j}.P \qquad 4.7$$

sonucuna varılır. Elde edilen matris sistem artık türevleri içermemekte ve sonlu denklem sistemi konumundadır. Sonuca bilinen eliminasyon yöntemleriyle gidilir. Uygulamada ise Tablo.2 ve Tablo.3 deki k_1 katsayıları D1, k_2 katsayıları D2 ve diğer terimler S operatörleri ile çarpılarak kolaylıkla sonuca gidilir. Operatörlerin konumuna bağlı olarak perde sistemlerde 5, plak sistemlerde 8 satırlı band matrisler elde edilir. Band matrisin genişliği uygulanan modülün nokta sayısına ve ızgaranın konumuna bağlıdır. Band genişliğinin en küçük olması için 1 nolu eksen yönünde daha az nokta almak gerekir.

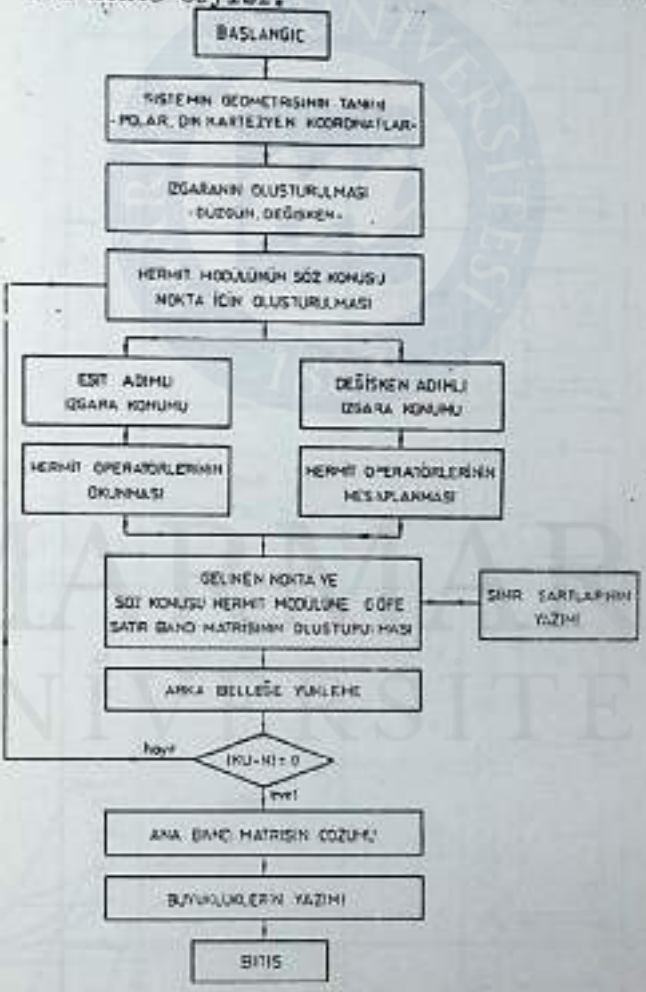
4.2 ELDE EDİLEN BAND MATRİSİN ÇÖZÜMÜ

Çözüm yöntemi olarak Gauss Algoritması uygulanmıştır Denklem sıralarının özelliği gereği pivot aramadan yapılan eliminasyon sadece band yapısına uygulanmaktadır. Oluşan band matrisinin genişlikleri, köşegen matrislerinin bandın başına ve altına uzaklıklarının bilinmesi eliminasyon

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

için gereklidir.Bu işlem proğram sırasında yapılmaktadır. Elde edilen matrisin hacmi oldukça büyüktür.Bu nedenle arka(yardımcı) bellek kullanılarak ana bellek zorlanmamaktadır.Bu durumda sadece en büyük band genişliğine karşılık gelen tek band satırı için ana bellekte yer açmak yeterlidir.Nokta nokta doldurulan bu alan,arka bellekte yığılmakta ve sırası gelince çağırılarak eliminasyona tabi tutulmaktadır.Proğramın akış diyağramı Tablo.4 de görülmektedir

TABLO.4 Ana proğram akış şeması.KU:yüzey üzerindeki toplam nokta sayısı.



[14]

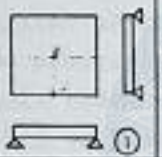
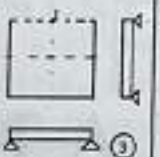
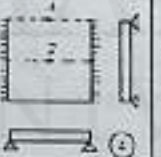
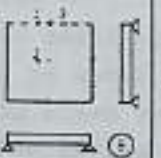
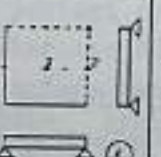
5.UYGULAMALAR

Uygulamalar farklı sınır şartları içeren taşıyıcılara,düzgün veya değişken hermit operatörleri uygulayarak

gerçekleştirilmiştir.Üçgen,trapez ve dörtgen konumlu operatörlerin uygulandığı sistemlerden örnekler Tablolar ve şekillerde görülmektedir.Plâk sistemler için Tablo.5 Şekil.5a,b,Şekil.6a,b ,Perde sistemler için Tablo6 ve Şekil.7 verilmiştir.[11],[12],[14]

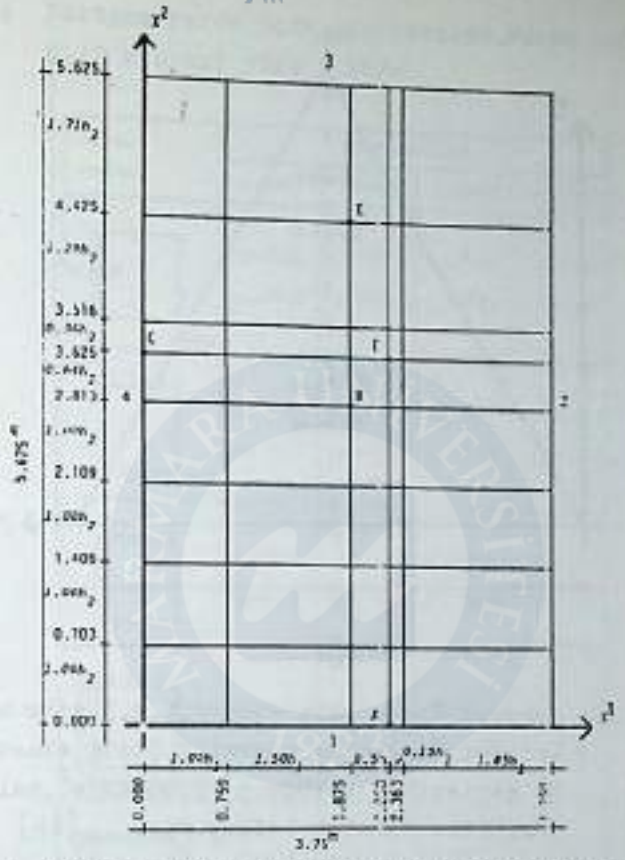
Sayısal çözümler F.Almanya'da Düsseldorf Üniversitesinde bulunan TR440-Telefunken tipi bilgisayardan alınmıştır.

TABLO.5 Plâk sistemlere örnekler(yükleme Şekil.5a gibi)

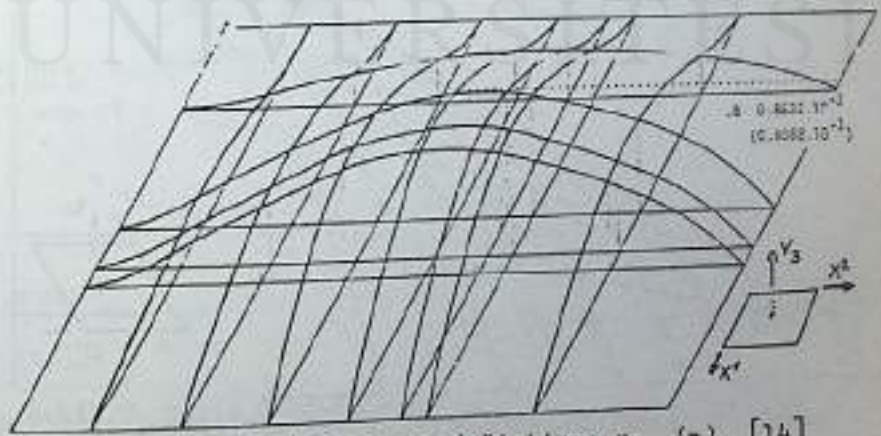
SİSTEM VE YÜK KONUMU	ÇÖZÜM BÖYÜTLER NOKTA SAYISI	KIYASLANAN BÜYÜKLÜKLER	HATA %
	SİMETRİ (X,Y) 4×4 m 4×4	$m_{(3)}^{(1)}$ = 0.1775 (0.17864) $v_{(3)(2)}$ = 0.00024 (0.000247) $q_{(3)}^{(3)}$ = 0.40042 (0.40098)	0.65 0.30 0.28
	SİMETRİ (X,Y) 4×4 m 4×4	$m_{(3)}^{(1)}$ = 0.17820 (0.17864) $v_{(3)(2)}$ = 0.000745 (0.000747) $q_{(3)}^{(3)}$ = 0.40256 (0.40256)	0.24 0.09 0.00
	SİMETRİ (X) 4×4 m 4×7	$m_{(3)}^{(1)}$ = 0.4516 (0.45130) $v_{(3)(2)}$ = 0.000208 (0.000203)	0.06 1.83
	SİMETRİ (X) 4×4 m 4×7	$m_{(3)}^{(1)}$ = 0.2024 (0.20251) $m_{(2)}^{(2)}$ = 0.1693 (0.17032)	0.10 0.57
	TAM 4×4 m 6×6	$m_{(1)}^{(1)}$ = 0.3215 (0.3220) $m_{(1)}^{(2)}$ = 0.2459 (0.24623) $m_{(1)}^{(3)}$ = 0.0625 (0.0629) $v_{(1)(2)}$ = 0.0061 (0.00615)	0.47 0.26 0.52 0.3
	TAM 4×4 m 5×5	$m_{(1)}^{(1)}$ = 0.2987 (0.29903) $m_{(1)}^{(2)}$ = 0.5229 (0.52351)	0.44 0.87

[14]

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

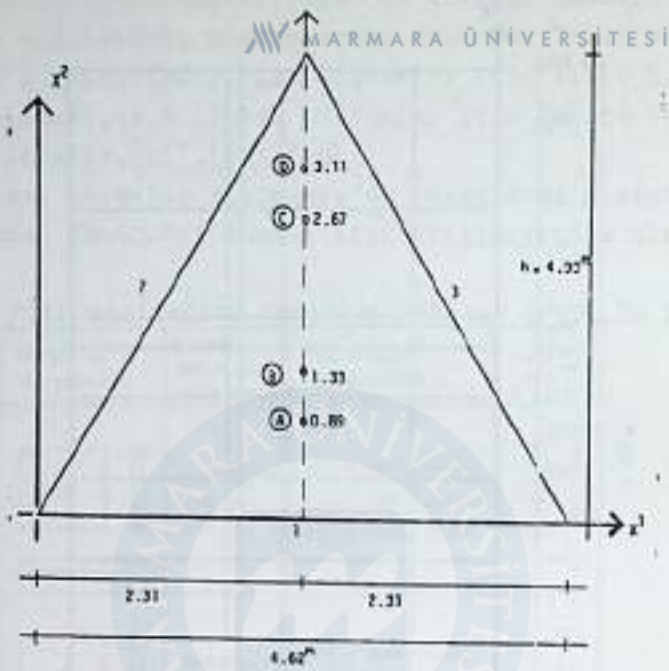


Şekil.5a Dörtgen plâk çözümü.1,4 nolu kenarlar ankastre 2,3 nolu kenarlar serbest dönebilen mesnetli. Çözüm:tam,E:3.10^7 kN/m^2 ,ν :0, p^3 :3.000 kN/m^2 h:10 cm,Nokta sayısı: 54 [14]

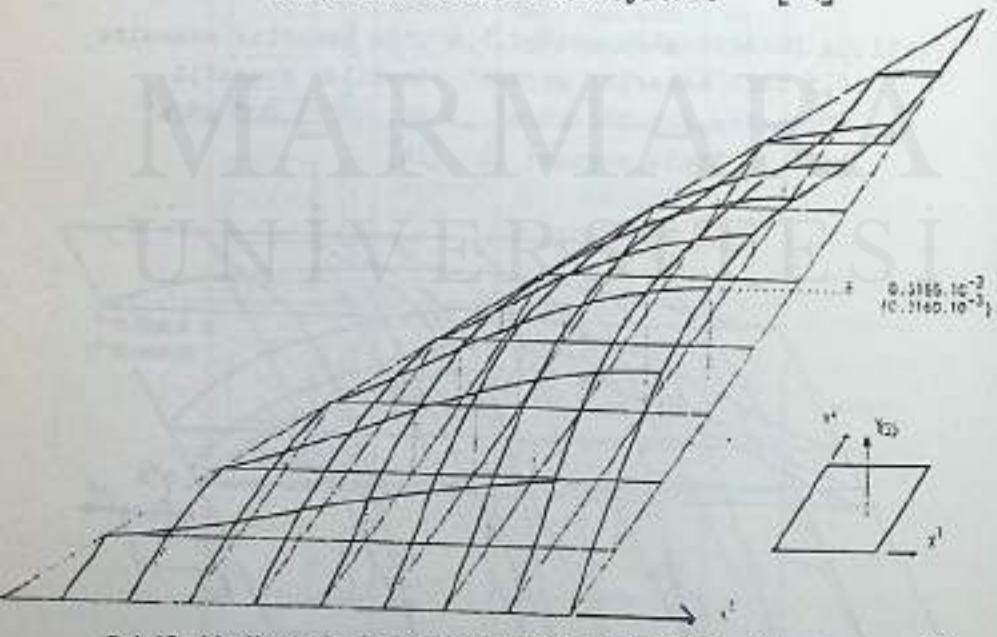


Şekil.5b Normal yöndeki yer değiştirme.v_3 (m) [14]

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil.6a Eşkenar Üçgen plâk çözümü.1,2,3 nolu kenarlar serbest dönebilen mesnetli.Çözüm simetrik.Nokta sayısı:55. h:10cm.p^3:3.000kN/m^2,malzeme beton.Enine daralma katsayısı:0 [14]



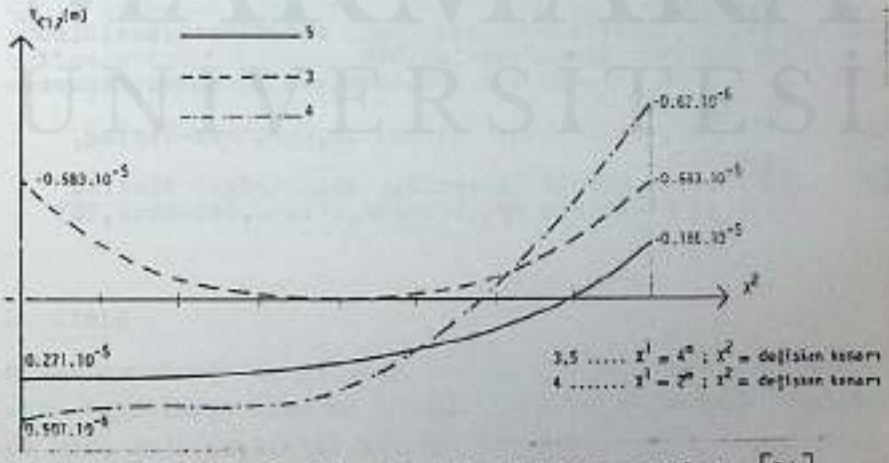
Şekil.6b Normal doğrultusundaki yer değiştirme. v_3 (m)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO.6 Dörtgen perde için uygulamalar.Perde kalınlığı 0.20 m,sınır yükü 1 kN/m

SİSTEM NUMARASI	SINIR ŞARTLARI			
	1.KENAR	2.KENAR	3.KENAR	4.KENAR
①	$n_0=n^{22}=0$ $n_1=n^{12}=0$	$n_1=n^{11}=0$ $n_2=n^{12}=-1$	$n_2=n^{22}=0$ $n_3=n^{12}=0$	$v_3=v_4=0$ $v_4=v_0=0$
②	$v_0=v_1=0$ $v_1=v_2=0$	$n_1=n^{11}=0$ $n_2=n^{12}=0$	$n_2=n^{22}=-1$ $n_3=n^{12}=0$	$n_3=n^{11}=0$ $n_4=n^{12}=0$
③	$n_0=n^{22}=0$ $n_1=n^{12}=+1$	$n_1=n^{11}=0$ $n_2=n^{12}=0$	$n_2=n^{22}=0$ $n_3=n^{12}=+1$	$n_3=n^{11}=0$ $n_0=n^{12}=0$
④	$v_0=v_1=0$ $n_1=n^{12}=0$	$v_1=v_2=0$ $v_2=v_3=0$	$n_2=n^{22}=-1$ $n_3=n^{12}=0$	$v_3=v_4=0$ $n_4=n^{12}=0$
⑤	$v_0=v_1=0$ $n_1=n^{12}=0$	$n_1=n^{11}=0$ $v_2=v_3=0$	$n_2=n^{22}=0$ $n_3=n^{12}=0$	$v_3=v_4=0$ $n_4=n^{12}=0$

[14]



Şekil.7 Tablo.6 sistemlerinin değişim şemaları.[14]

6.KISALTMALAR VE İŞARETLER

i,j ... üç boyutlu EUKLID uzayı için indisleme
α,β ... iki boyutlu RİEMANN uzayı için indisleme
$\theta^{\alpha}, X^{\alpha}$ .. eğrisel ve dik koordinatlar için gösterim
$(\underset{\sim}{\ })$ .. vektör büyüklükler
$(..)_{,\alpha} = k_{\alpha}$ .. θ^{α} veya X^{α} koordinatlarına göre kısmî türev
$(..)|_{\alpha}$. kovaryant türev
$\times$ ... vektörel çarpım, δ^{α}_{β} .. Kronecker delta
[ ] ... yararlanılan kitap,makale,tez ... numaraları
$\underset{\sim}{r}$ ... taşıyıcı orta yüzeyinin yer değiştirmesi
$\underset{\sim}{r}^{*}$ ... orta yüzeyden θ^{3} uzaklıktaki yer değiştirme
$\underset{\sim}{w},\underset{\sim}{\omega}$ ... fark vektörü ve dönme vektörü
$G_{\alpha\beta\rho\delta}H^{\alpha\beta\rho\delta} = \frac{1}{2}(\delta^{\alpha}_{\rho}\delta^{\beta}_{\delta} + \delta^{\alpha}_{\delta}\delta^{\beta}_{\rho})$ ikinci elastisite tansörü

7.YARARLANILAN KAYNAKLAR

[1] ..GREEN,A.E, ZERNA,W,Theoretical Elasticity,Oxford,68
[2] .. BAŞAR,Y , Die numerische Benandlung der linearen und nichtlinearen Biegetheorie von Rotationsschalen Ruhr-Univensitesi,Bochum,Nr:74-7,974
[3] ..COLLATZ,L ,The Numerical Treatment of Differantial Equations,Springer-Verlag,Berlin,966
[4] ..GİRKMANN,K ,Flächentragwerke,Springer-Verlag,Wien,63
[5] ..COLLINS,R.J ,Bandwidth Reduction byAutomatic Renum bering,International Journal for Numerical Methods in Engineering,Vol:6,Say:345-356,973
[6] ..MEYER,C ,Salution of Linear Equations State-of-the Art-,Journal of the Structural Division,Asce,Vol:99 No:ST7
[7] ..COLLATZ,L ,Das Mehrstellenverfahren bei Plattenaufgaben,ZAMM,bd.30,Nr.11/12,Say:358-368,950
[8] ..ALMANNAI,A ,Ein zweidimensionales Mehrstellenverfahren zur Lösung der Schalenprobleme und seine Anwendung auf die allgemeinen Schalengleihungen der Biegetheorie,Ruhr-Universitesi,Bochum,Nr:76-5,976
[9] ..BAŞAR,Y ,Zur Berechnung von Rotationsschalen mit Differenzenverfahren,Der Bauingenieur,Say:41-48,975
[10] ..BAŞAR,Y,KRATZİG,W.B ,Mechanik der Flächentragwerke Essen,983
[11] ..MARKUS ,Theorie und Berechnung rotationssymmetrischer Bauwerke,Werner-Verlag,968
[12] ..ANDERMANN ,Statik der Rechteckigen Scheiben,Werner-Verlag,970
[13] ..ZURMÜHL , Praktische Mathematik,Springer-Verlag, Wien,965
[14] ..TÖZÜN,M.B ,Hermit Yönteminin Gelişigüzel Sınırlı Plâk ve Perdelere uygulanması,Yıldız,Istanbul,983

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

TERCİHLİ DARBOĞAZ ATAMA PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN BİR ALGORİTMA

Öğr.Gr.Muzaffer KAPANOĞLU
Anadolu Üni. Müh.Mim.Fak.
Endüstri Mühendisliği Bölümü
ESKIŞEHİR

Prof.Dr.İmdat KARA
Anadolu Üni. Müh.Mim.Fak.
Endüstri Mühendisliği Bölümü
ESKIŞEHİR

Ö Z E T

Fulkerson - Glicksberg ve Gross'un 1953'de ele aldıkları darboğaz atama probleminin, tercihli halinin çözümü için, 1972'de Proll özel bir algoritma geliştirmiştir.

Bu çalışmada, Proll'un algoritması tanıtılarak, tercinli darboğaz atama probleminin çözümü için geliştirilen yeni bir algoritma verilmiştir. Geliştirilen algoritma, her seferinde indirgenmiş darboğaz atama modelini çözerek sonuca erişmektedir.

1. GİRİŞ

Atama problemleri, sahip oldukları özelliklere bağlı olarak, kısıtların oluşumu ve/veya amaç fonksiyonunun yapısına göre özel başlıklar altında incelenmektedir. Ağırlıklı, Kapasite Kısıtlı, Klasik, Doğrusal, Kareli ve Darboğaz

Atama modelleri, farklı yapı ve özellikteki atama problemleri için geliştirilen modellerdir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Her işin bir elemana, her elemanın bir işe atanması öngörülen n-iş n-işgören türü atama probleminde, çözümün etkinliği atama ile elde edilen katkıların enbüyüğüne veya enküçüğüne göre oluştuğu durum, "Darboğaz Atama Problemi" (DAP) olarak ele alınmaktadır. DAP ve bunun modellenerek çözümü için ilk çalışmayı 1953'de Fulkerson-Glicksberg ve Gross önermişlerdir [1]. İzleyen yıllarda darboğaz atama probleminin çözümü ve özel durumların detaylandırılması üzerine çalışmalar devam etmiş, giderek "Darboğaz Ulaştırma Problemi" [2], "Darboğaz Doğrusal Programlama" [3], kavram ve teknikleri geliştirilmiştir.

1972'de Proll, projelerin öğrencilere dağıtım olayını darboğaz atama problemi olarak ele alıp, darboğaz atama problemine tercih faktörünü getirmiş, çözüm için bir de algoritma geliştirmiştir [4].

Bu çalışmada, darboğaz atama modeli ve çözüm yöntemlerine değinilerek, Proll'un "tercihli" darboğaz atama modelinin çözümü için geliştirdiği algoritma verilecek, daha sonra bu algoritma irdelenerek, "tercihli" darboğaz atama modeli için geliştirilen yeni bir algoritma tanıtılıp, algoritmanın uygulaması üzerinde durulacaktır.

2. DARBOĞAZ ATAMA MODELİ VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Klasik darboğaz atama problemi x_{ij}'ler karar değişkeni ve c_{ij}, x_{ij}'ye karşı gelen maliyet göstergeleri olmak üzere,

$$\sum_j x_{ij} = 1 \qquad i = 1, \ldots, n$$

$$\sum_i x_{ij} = 1 \qquad j = 1, \ldots, n$$

$$x_{ij} = 0 \text{ veya } 1$$

kısıtları altında,

$$\text{Enk} x_o = \underset{i,j}{\text{Enb}} \{c_{ij} | x_{ij} > 0\}$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

şeklinde modellenir. Model bundan böyle DAM ile gösterilecektir.

DAM'nin çözümü için ilk yöntem Fulkerson, Glicksberg ve Gross tarafından önerilmiş modelin ilk özgün çözüm algoritmasını 1959'da Gross geliştirmiştir [1]. Daha sonra 1963'de Porsching [5] ve Page [6] , 1970'de Edmons ve Fulkerson [1] , 1971'de Garfinkel [7] , 1977'de Bhatia [8] 1978'de Derigs ve Zimmermann [9] , 1981'de Carpaneto ve Toth [10] konu ile ilgili çalışmaları ötelemişlerdir.

Grup atamalarına izin verildiği durumlarda, grupta yer alabilecek eleman sayısı yönüyle kapasite kısıtlı darboğaz atama problemi, grupta yer alan elemanlara göre tartıların sözkonusu olduğu durumda ise tartılı darboğaz atama problemi sözkonusu olmakla birlikte, bu tipler için geliştirilen modellerin etkin çözüm yöntemlerine sahip olduklarını söylemek güçtür [11].

Darboğaz atama problemi üzerindeki çalışmalar, özellikle modelleme ve çözüm elde etme, yani sorunun matematiksel yanı üzerinde yoğunlaşmıştır. 1963'de Page "i adet sınıfın j tane derslikteki uygunluk ve rahatını gözönüne alarak sınıfların dersliklere atanması" problemi ile "bir ekipmanın parçalarını tamir edecek teknisyenlerin hangisinin hangi parçayı tamir etmesinin uygun olacağı" problemlerinin DAM ile çözülmesi gereğine değinmiştir [6] . Daha sonra Klein ve Takomori [12], 1972'de üretim hattı atama problemlerinde DAM'ni uygulamıştır. Yine bu yıllarda Proll [4] , Üniversite öğrencilerine bitirme ödevlerinin (mezuniyet projeleri) atanmasının DAP olarak ele alınabileceğini gözönüne alıp, karşı gelen darboğaz atama modelini, c_{ij}'lerin özelliğinden hareketle, geliştirdiği özel algoritma ile çözmüştür.

3. TERCİHLİ DARBOĞAZ ATAMA PROBLEMİ

n faaliyet (iş, işlem, görev, vb.) ile n kişinin birebir eşlemesi sözkonusu olup, kişilerin bu faaliyetlere dönük beklentileri (genelde tatmin) farklılık göstersin. Bu durumda problem, hangi faaliyete hangi kişi atansın ki, bi-

reylerin beklentileri yönüyle tatminleri olabildiğince en-
iyilensin olmaktadır ki, bu durum en genel anlamda "Tercih-
li Darboğaz Atama Problemi" olarak adlandırılacaktır.

Yukarıdaki problemde, bireysel tatmin ve/veya faydaların bulunabilirliği ile toplanabilirliği gözönüne alındığında, kolaylıkla uygulanabilir genel bir model geliştirmenin güçlüğü ve sakıncası kendini göstermektedir. O halde uygun kabullerle basit ve sonuç alıcı modelleme yaklaşımında fayda vardır.

Problemde, bireylerin atanmaları sözkonusu olan faaliyetlere ilişkin önceliklerinin, yani tercihlerinin kolaylıkla alınabileceği açıktır. Kişilerin faaliyetlere ilişkin tercihlerini yapabilmeleri ve bu tercihlerin sayma sayıları (N) ile gösterilmesi halinde ; $i = 1, \ldots, n$ bireyler ve $j = 1, 2, \ldots$, faaliyetler dizin küneleri olmak üzere karar değişkenleri,

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & , \text{ i'inci birey, j'inci faaliyete} \\ 0 & , \text{ d.d.} \end{cases}$$

ve

c_{ij} : i'inci bireyin j'inci faaliyeti tercih sırası (Önceliklere göre)

şeklinde tanımlansın.

Yukarıdaki gösterimlerle problemin modellenmesi halinde, modelin kısıtları ,

$$\sum_i x_{ij} = 1$$

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad ,$$

$$x_{ij} = 0 \text{ veya } 1$$

olup, bunlar klasik atama modeli kısıtlarıyla aynıdır.

Problemde amacın, bireysel tatminler olarak verilmesi, modelin amaç fonksiyonunun oluşturulmasına dikkat etmeyi ge-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

rektirmektedir.

c_{ij}'lerin tanımı hatırlandığında, $c_{ij}x_{ij}$'lerin toplanamazlığı görülür ki, klasik atama modelinin amaç fonksiyonu tipinde bir amaç fonksiyonu yazmak mümkün değildir. Verilen kısıtlar altında, c_{ij}'lerin artan sırada azalan öncelikler yönüyle ele alınmaları halinde, amacın,

$$\underset{i}{\text{Enk}}\ \underset{j}{\text{Enb}}\ \{c_{ij} | x_{ij} > 0\}$$

şeklinde klasik darboğaz atama modeli yapısında ifade edilmesi de yeterli değildir. Çünkü yukarıdaki formülasyonda, atamada darboğaz oluşturan elemanın tercihine göre tatmin düzeyi, diğer bireyler yönüyle tatminleri örtmekte, yani diğerlerinin tatmin düzeyleri yönüyle iyileştirici bir iticilik taşımamaktadır. Bu noktayı örneklemek üzere aşağıda tercihli bir atama matrisi verilmiştir.

$$\begin{pmatrix} \triangle 2 & 1 & 3 \\ 1 & \triangle 2 & 3 \\ 1 & 2 & \triangle 3 \end{pmatrix}$$

Bu matrisde başlangıç atama köşegen üzerindeki elemanlara yapılmış olsun. Bu durumda klasik DAM çözümü bu başlangıç atamayı eniyi atama olarak bulacaktır. Oysa elemanlardan herhangi birinin üçüncü tercihine kaçınılmaz olarak atanacak olması diğer iki elemanın birinci tercihlerine atanmasına engel teşkil etmemelidir. Yani aşağıdaki gibi mümkün bir atama klasik DAM-eniyi çözüm Alternatif Bir Atama

$$\begin{pmatrix} \triangle 2 & 1 & 3 \\ 1 & \triangle 2 & 3 \\ 1 & 2 & \triangle 3 \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} 2 & \triangle 1 & 3 \\ \triangle 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & \triangle 3 \end{pmatrix}$$

engellenmemelidir.

Yukarıdaki açıklamalar ışığında, c_{ij}'lerin bireysel öncelikleri ifade etmeleri halinde, tek bir darboğaz atama ile yetinmeden, peşpeşe indirgenmiş darboğaz atama modellerinin çözümüyle, bireylerin tatminlerini iyileştirici atamaları araştırmak, tanımlanan amaca olabildiğince yaklaştırıcı bir tutum olacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3.1. PROLL'un Algoritması

Proll, öğrencilere bitirme projelerinin verilmesi işleminin özel bir darboğaz atama problemi olarak ele almış, "tercihli darboğaz atama problemi" ifadesini kullanmamış olmakla beraber, yukarıda genel olarak açıklanan gerekçeler nedeniyle problemin klasik DAM yaklaşımıyla çözülemeyeceğinden hareketle kendisi özel bir algoritma geliştirmiştir.

Proll, bitirme projesi (faaliyet) sayısı öğrenci sayısına eşit olmakla beraber öğrencilerden daha az sayıda tercih olarak aşağıda verilen algoritmayı önermiştir [4].

Mümkün atama sayısı n ve tercih sayısı k iken,

A.1.
$$c_{ij} = \begin{cases} s & , \text{ i. öğrencinin j. projeyi s. tercihine koyması,} \\ k+1 & , \text{ i. öğrencinin j. projeyi k tercihi içine dahil etmemesi} \end{cases}$$
$$(i=1,\ldots,n,\ j=1,\ldots,n)$$

olmak üzere $C = [c_{ij}]$ atama matrisi oluşturulur.

A.2. C tercihlerden oluşan atama matrisi olup, klasik DAM olarak çözülür.

A.3. Z^* DAM'ın eniyi çözümü olmak üzere $D = [d_{ij}]$ matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$d_{ij} = \begin{cases} r_{ij} & \text{eğer} \quad r_{ij} \leq Z^* \\ * & \text{eğer} \quad r_{ij} > Z^* \end{cases} \quad ,i,j=1,2,\ldots,n$$

A.4. D atama matrisi olmak üzere klasik doğrusal atama modeli olarak çözülür.

Görüldüğü gibi, Proll'un algoritması problemi klasik DAM ve sonra da klasik doğrusal atama modeli olarak ele almakta ve bir çözüme erişmektedir. Sözkonusu iki ayrı modelin kullanılmasının altında, tek bir amaç fonksiyonunun eriştiği çözümün yetersizliği yatmakta olup, bu problemi açmak üzere her öğrenciye ilk tercihindeki bitirme ödevinin atanmasıyla mümkün olabilecek mükemmel atama incelenmeli-

dir. Özellikle bitirme ödevleri nadiren aynı rağbette olduğundan, uygulamada fiilen buna erişmek olanaksızdır. Bu durum atamanın etkinliğini ilk tercihine atanmış öğrencilerin sayısı ile ölçmeye teşvik etmektedir. Bu ölçüyü enbüyüklemeye çalışmak, gizli olarak, bir öğrencinin ilk tercihi ile diğerleri arasında bir fark olmadığını varsayar ve bu yönüyle savunulamazdır.

Altı projeyi sıralamaları istenmiş olan öğrencilerin sıralamadıkları veya altıncı tercihlerindeki projelerine atanmış olmaktan incineceğini varsaymak mantıklı olacaktır. Bununla birlikte incinme duygusu aynı durumda bir kaç öğrenci varsa azalır.

Proll, buradan hareketle klasik DAM ile ilk elde çözdüğü problemi, ikinci elde klasik doğrusal atama modeli ile çözerek atamanın modunu birinci tercihe çekmeye çalışmakta, yanısıra ilk elde oluşan darboğaz tercihteki, yani en uzak tercihteki öğrenci sayısının artmasına izin vermektedir. Bu ise yeni bir çözüm algoritması gereksiniminin iki temel sebebinden biri olan"tercihlerin toplanamazlığı" düşüncesiyle çelişmektedir.

Bireysel tercihleri ifade eden sayma sayılarının toplanabilirliği konusu tartışmaya açık olmakla birlikte, toplanabilirlik iddiasının ispatı son derece güçtür. O halde Proll'un algoritması, bireysel tatminleri tümüyle çözönüne almamaktadır.

3.2. Tercihli Darboğaz Atama Modeli İçin Tarama Esaslı Bir Algoritma

Bu aşamada klasik DAM'ın yetersizliğini gidermeye yönelmekle beraber, tercihlerin toplanamazlığı ilkesine de müdahale etmeyecek bir algoritma gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Aşağıda, darboğaz tercihteki bireylerin sayısını enküçükleyen; karşı gelen çözümde darboğaz tercihte kalanları sırayla işlem dışı bırakarak, indirgenmiş yeni DAM oluşturan ve bu işlemleri peşpeşe yaparak, bir nevi, darboğaz değerleri tarayan böylece iyi bir atama arayan bir algoritma önerisine yer verilmiştir. Algoritma peşpeşe

klasik DAM'ların çözülmesi esasına dayandığı için, tercihlerin toplanamazlığı ilkesini de korumaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Üç adımdan oluşan bu algoritma aşağıda verilmiştir.

A.1.
$$C_{ij} = \begin{cases} s & , \text{ i. bireyin j. faaliyeti s. tercihine koyması,} \\ k+1 & , \text{ i. bireyin j. faaliyeti k tercihi içine dahil etmemesi.} \end{cases}$$

olmak üzere $C = [c_{ij}]$ atama matrisi oluşturulur. P, ardıştırma sayısı olup başlangıçta 1 alınır.

A.2. C tercihlerden oluşan atama matrisi olup, klasik DAM olarak çözülür. Eniyi çözüm Z ve bu değeri veren atama X^*_{ij} bulunur. $Z^* = 1$ veya $N-P = 1$ ise durulur. Çözüme erişilmiştir. Aksi halde, X^*_{ij} modelden çıkarılır. Böylece atama matrisinin bir satır ve bir sütunu eksiltilmiş olmaktadır.

A.3. P'nin değeri 1 arttırılır. (N-P) indirgenmiş matrisin boyutudur. Elde edilen indirgenmiş C matrisi ile A.2.'ye dönülür.

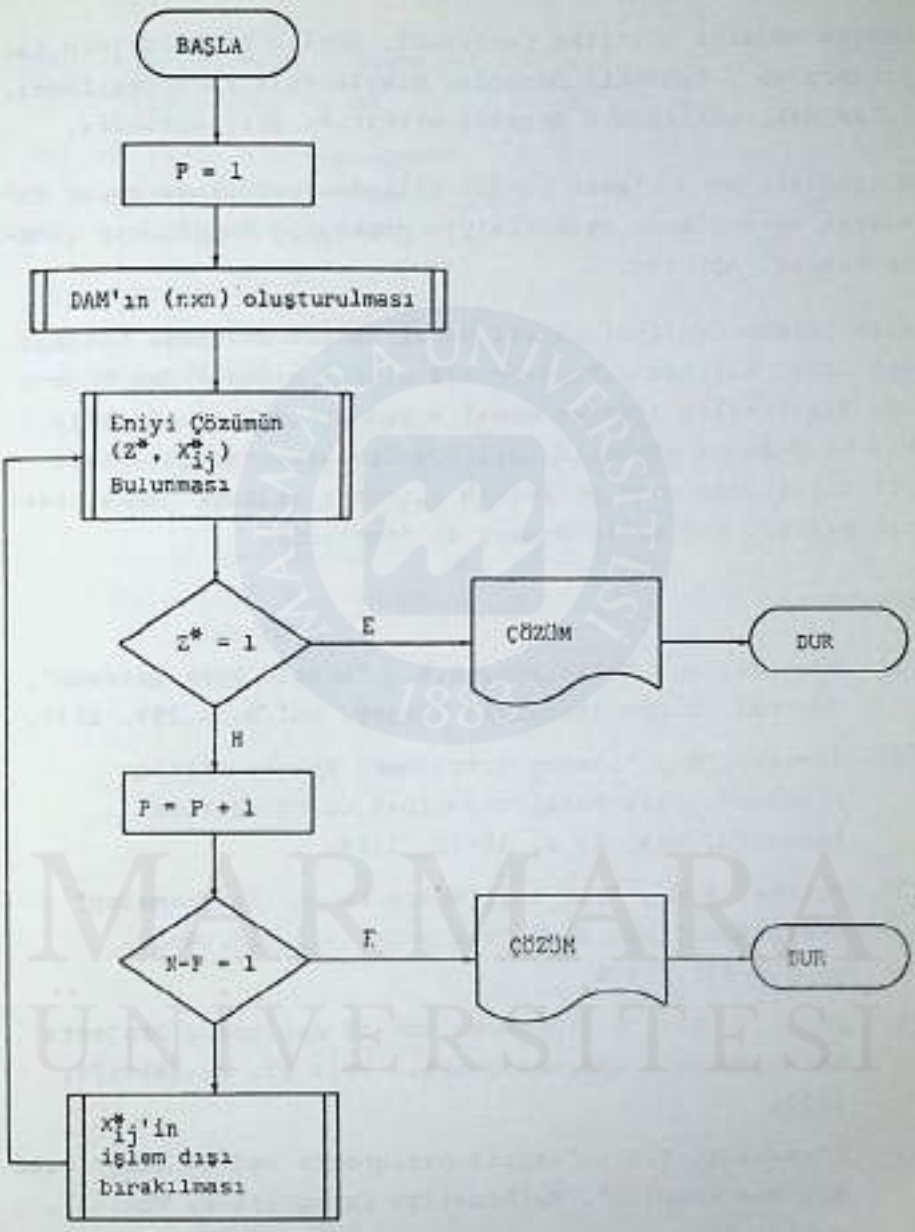
Algoritmanın akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir. İkinci adımda yer verilen darboğaz değeri veren atamanın model dışı tutulması işlemi, sözkonusu atamanın diğer atamaların da iyileştirilmesine izin vermesini ve onları örtmemesini sağlamaktadır. Gene bu adımda verilen klasik DAM'ın çözümü için bilinen tekniklerden birine başvurulabilir.

Sözkonusu algoritma Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde bitirme projeleri dağıtım işlemlerine uygulanmış ve tatmin edici sonuçlar alınmıştır [11].

4. SONUÇ

Klasik darboğaz atama probleminde katkıların bireysel beklentiler olması halinde, hem "Tercihli Darboğaz" olarak isimlendirilmesinin yerindeliği ve tercihlerin sayma sayılarıyla ifade edilebilmeleri halinde, problemin çözülebilirliği görülmektedir. Ancak, verilen algoritmanın

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 3.1. Önerilen Algoritmanın Akış Şeması

eniyi çözümle ilişkisinin anlaşılabilmesi için yaklaşımın kuramsal bazda irdelenmesi gereklidir.

Gerçek hayatta (bitirme projeleri, devlet memurlarının tayinleri vb.) Tercihli Darboğaz olaylarıyla karşılaşılması, yukarıdaki yaklaşımın önemini arttırıcı görülmektedir.

n faaliyet ve m eleman olması halinde, yeterince yapay faaliyet veya eleman eklentisiyle problemin modellenip çözülebileceği açıktır.

Bireylerden faaliyet sayısı kadar tercih alınması zorunlu değildir. Aslında daha gerçekçi olanın bireylerden öngörülen faaliyetler içinden makul sayıda tercih alınmasıdır ki, bu durumda çözüm külfeti oldukça azalacaktır. Faaliyet sayısından daha az tercih alınması halinde "makul tercih sayısı" nın belirlenmesi de önemlidir.

KAYNAKLAR

[1] Edmonds, J., Fulkerson, D.R., "Bottle Neck Extrema", Journal of Combinatorial Theory, Vol.8, s.299, 1970.

[2] Iserman, H., "Linear Bottleneck Transportation Problem", Asia-Pacific Journal of Operational Research, Vol. 1, s. 38-52, 1984.

[3] Frieze, A.M., "The Bottleneck Linear Programming" Operational Research Quarterly, Vol. 26, No.4, s. 871-874, 1975.

[4] Proll, L.G., "A Simple Method of Assigning Projects to Students", Opr.Res.Quart., Vol. 23, s. 195-196, 1972.

[5] Porsching, T.A., "Matrix Assignmets and an Associated Min Max Problem", Mathematics Computation, Vol. 17, s. 84, 1963.

[6] Page, E.S., "A Note on Assignment Problem", Computational Journal, Vol. 6, No. 3, s. 241-243.

[7] Garfinkel, R.S., "An Improved Algorithm for the Bottleneck Assignment Problem", Working Paper Series,

No. 7003, College of Business Administration, University of Rochester, New York, s. 1747-1753, 1970.

[8] Bhatia, H.L., "Time Minimizing Assignment Problem" SCIMA, Vol. 6, No. 3, s. 75-83, 1977.

[9] Derigs, U., Zimmermann, U., "An Augmenting Path Method for Solving Linear Bottleneck Assignment Problem", Computing 19, s. 285-295, 1977.

[10] Carpaneto, G., Toth, P., "Algorithm for the Solution of the Bottleneck Assignment Problem", Computing 27, s. 179-187, 1981.

[11] Kapanoğlu, M., "Darboğaz Atama Modelinin Bitirme Ödevleri Dağıtımı İşlemine Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 1985.

[12] Klein, M., Takamori, H., "Parallel Line Assignment Problems", Management Science, Vol. 19, No. 1, s. 1-10, 1972.

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987
ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ATAMA PROBLEMLERİNİN OPTİMUM ÇÖZÜMÜNDE YENİ YAKLAŞIMLAR

- DÖRTLÜ ANALİZ METODU
- YOKETME METODU
- VAM YÖNTEMİNİN OPTİMİZE EDİLMESİ

NAİL ÖZTÜRK
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ İ.İ.B.F.İŞLETME IV
GAVREMOĞLU MAH.ZENNECİ S.PINAR APT.NO:7/2 KAYSERİ

Atama problemlerinin optimum çözümü Macar Algoritması ile bulunabilmektedir.Ancak matris boyutu büyüdükçe, sıfırlama ve sıfırların üzerinden minimum çizgilerin geçirilmesi işlemleri zorlaşmakta,fazladan yapılabilecek sıfırları kapatma işlemi iterasyonu arttırmakta ve karmaşıklaştırmaktadır.Kullanılan bir diğer yaklaşım,(Vogel's Approximation Method)VAM tekniğidir.Fakat bu tekniğin her zaman optimum sonucu verdiği söylenemez.Çoğu zaman optimuma yakın sonuçlar vermektedir.

Bu tür eleştirilere karşın,atama problemlerinin optimum çözümünü bulabilmek için,basit ve daha kısa zamanda optimum sonuca ulaştırabilecek tekniklerin geliştirilebileceği inancı doğmuştur.

Bu çalışmada,atama problemlerinin optimum çözümünün farklı yaklaşımlarla nasıl bulunabileceği açıklanmaya çalışılmış,örnekler gösterilerek,Macar Algoritması çözümleri ile karşılaştırma olanağı sağlanmıştır.

Dörtlü Analiz ve Yoketme Metodunda tamamen farklı bir yaklaşım izlenirken,üçüncü metod,VAM yönteminin test edilerek,optimum olup olmadığının belirlenmesi ve yer değiştirme yaklaşımıyla sonucu optimize etme şeklindedir. Maksimizasyon problemlerinin optimum sonucunu bulabilmek için,bu işlemin tersi uygulanır.Yani 1.Adımda her satır ve sütun için,en büyük iki sayı farkı alınır.Dörtlü Analiz Metodunda yapılacak tek değişiklik,minimum atamalar yerine maksimum atamalar olacaktır.Yoketme Metodunda ise küçük sayılar yokedilecektir.Bu bildiride atama problemlerinin optimum çözümünde izlenen yeni yaklaşımların anlatımında matematiksel ifadelere yer verilmemiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GİRİŞ

Atama problemleri,ulaştırma problemlerinin özel bir durumudur.Atama problemlerinde matris boyutları eşit,yani kare matris olmalıdır.Çünkü birebir eşleme olmak zorundadır.Uygulamada en çok karşılaşılan durumlardan biri,çeşitli kaynakların farklı işlere en az maliyetli ya da en fazla kârı getirecek şekilde atanması,ikincisi ise,çeşitli işlerin farklı işçilere en az zamanda yaptırılması ya da işçilik performanslarının maksimum düzeye çıkmasını sağlayan atama şekli olabilir.Bunlarla beraber,başka uygulamalarda bulunmaktadır.

Bazen bir iş ya da bir işçi,belirli bir makineye ya da bir işe atanamayabilir.Böyle durumlarda,minimizasyon problemlerinde çok büyük,maksimizasyon problemlerinde çok küçük bir değer verilerek işlemler uygulanır.

I.DÖRTLÜ ANALİZ METODU

Minimizasyon problemlerinde optimum atamaya ulaşmak için şu adımlar izlenir;

1.Adım:Minimum atamanın yapılabilmesi için gerekli verilerle oluşturulan kare matrisin dört yönünden minimum atamalar yapılır.Soldan sağa,sağdan sola,yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya atama yapılırken,soldan sağa ve sağdan sola atamalarında sütundaki minimum sayılar,yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya atamalarında satırdaki minimum sayılar işaretlenir.(Aynı sütun ya da satır üzerinde birden fazla minimum sayı olamayacaktır,çünkü,eğer satır için seçilmişse o sayının bulunduğu sütunda,sütun için seçilmişse o sayının bulunduğu satırda başka atama yapılamayacaktır.)Eğer bu atamalar yapılırken satır ya da sütunda birden fazla aynı minimum sayıdan varsa,o sayılardan sonra gelen sayılara bakılarak,hangisinde büyük sayı varsa o işaretlenecektir.Yine aynı durum olursa bir sonraki aşama değeri göz önüne alınır.Dört yönden yapılan bu atamaların herbiri için toplamlar bulunur.En düşük toplam veya aynı minimum toplamları veren atamalar tabloda işaretlenir,ve bu başlangıç ataması kabul edilir.

2.Adım:Başlangıç ataması işaretlendikten sonra,herbir sütunun en küçük sayısı işaretlenir.Aynı küçük sayı birden fazla olabilir,hepsi işaretlenir.Sütunların en küçük sayıları

başlangıç ataması ile işaretlenmiş olabilir.

3.Adım: Bütün satırlarda en az iki sayı işaretli olmalıdır. Bu nedenle, satırlarda tek işaretli sayı varsa, satırdaki en küçük işaretsiz sayı işaretlenir.

4.Adım: Bütün satırlar taranarak işaretli olan sayıların satırlar için, en büyük sayısı olup olmadığı kontrol edilir. Eğer işaretli olan sayı o satırın en büyük sayısı ise, bu satır geçici olarak işlemden çıkarılır. Bu satır işleme ya işaretli büyük sayı yokedildiğinde ya da işlemde olan satırlarda atama tamamlandığında girer.

5.Adım: İşlemden çıkarılmayan bütün satırlar için, satırdaki en büyük işaretli sayıdan, en küçük işaretli sayı çıkarılır. Bu farklardan yararlanarak, en büyük farkın bulunduğu satırdaki en küçük sayı atanır. Atanan sayının bulunduğu satır ve sütundaki diğer sayılar yokedilir. İşlem yeni bir iterasyon için 3.Adıma dönmeyi gerektirir. Eğer birden fazla aynı eşitlikte fark çıkarsa, bu durumda ilk olarak bu satırlardaki işaretli sayıların kaç tane olduğuna bakılır. Sayılar (İşaretli olan sayı adedi) eşit ise, en küçük sayının atanması yapılır. İşaretli olan sayı miktarları değişik ise, az işaretli sayısı olan satırdaki işaretli en küçük sayı atanır.

ÖRNEK-I: Bir fabrika içerisinde 5 işçinin 5 farklı işi yapma süreleri TABLO-I'deki gibi olsun. Bu işlerin yapılma süreleri toplamının, minimize edilmesi için, atama nasıl olmalıdır?

TABLO-I: Harfler işleri, sayılar işçileri göstermektedir.

	A	B	C	D	E
1	8	10	10	15	2
2	14	21	17	10	2
3	14	18	22	25	3
4	16	19	20	24	2
5	8	11	11	10	2

I.DÖRTLÜ ANALİZ METODU İLE ÇÖZÜM:

1.Adım: Yukarıdan Aşağıya: 2 + 10 + 14 + 19 + 11 = 56

Aşağıdan Yukarıya: 2 + 16 + 18 + 10 + 10 = 56

Soldan Sağa : 8 + 10 + 17 + 24 + 3 = 62

Sağdan Sola : 2 + 10 + 10 + 11 + 14 = 47 ✓

Sağdan Sola atama, başlangıç ataması kabul edilir ve tabloda işaretlenir.

TABLO-IA

	A	B	C	D	E
1	(8)	(10)	[16]	15	(2)
2	14	21	17	[16]	(2)
3	[14]	18	22	25	(3)
4	[16]	19	20	24	[2]
5	(8)	[11]	11	(10)	(2)

Başlangıç ataması kare ile ([ ])işaretlenmiştir.

2.Adım:Sütunların en küçük sayıları çember ile (○)işaretlenmiştir.

3.Adım:Bu adımdaki atamalar (◎)işareti ile yapılmıştır.

4.Adım:5.satır geçici olarak işlemden çıkarıldı.

5.Adım:Farklara bakılarak,4.satırdaki 2 atanır.(Tek bir tabloda bütün işlemler yapılabilir.Ancak iterasyonun daha açık görülebilmesi için yeni bir tablo oluşturulursa;)

TABLO-IB

	A	B	C	D	E
1	(8)	(10)	[16]	15	2
2	(14)	21	17	[16]	2
3	[14]	(18)	22	25	3
4	16	19	20	24	[2]
5	8	11	11	10	2

4.satırda 2 atandıktan sonra 2'nin bulunduğu satır ve sütundaki diğer sayılar yokedildiği için 3.Adıma dönüp 2.ve 3.satırlarda minimum diğer atama yapıldığında farklara göre ve küçük sayı şartına göre 2.satırdaki 10 atanır.(Yeni bir tablo oluşturup 3.Adıma tekrar dönülürse;)

TABLO-IC

	A	B	C	D	E
1	(8)	(10)	[16]	15	2
2	14	21	17	[16]	2
3	[14]	(18)	22	25	3
4	16	19	20	24	[2]
5	8	(11)	[11]	10	2

3.satırdaki 14 atandığı zaman,geriye ilk başta işlemden geçici olarak çıkarılan 5.satır ve 2.satırdaki 10 atandıktan sonra geçici olarak işlemden çıkarılan 1. satır kaldı.Farkların aynı olması bize birden fazla optimum sonucun olduğunu gösterir.

Bütün işlemleri toplu olarak tabloda gösterirsek;

TABLO-ID

	A	B	C	D	E
1	8	10	[16]*	15	2
2	14	21	17	[16]*	2
3	[14]*	18	22	25	3
4	16	19	20	24	[2]*
5	8	[11]*	11	10	2

Sonuçta;

İŞÇİ	İŞ	SÜRE
1	3	10
2	4	10
3	1	14
4	5	2
5	2	11
	TOPLAM	47

II.MACAR ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜN:

TABLO-I

	A	B	C	D	E
1	8	10	10	15	2
2	14	21	17	10	2
3	14	18	22	25	3
4	16	19	20	24	2
5	8	11	11	10	2

TABLO-IA

	A	B	C	D	E
1	6	8	8	13	0
2	12	19	15	8	0
3	11	15	19	22	0
4	14	17	18	22	0
5	6	9	9	8	0

TABLO-IB

	A	B	C	D	E
1	0	0	0	5	0
2	6	11	7	0	0
3	5	7	11	14	0
4	8	9	10	13	0
5	0	1	1	0	0

TABLO-IC

	A	B	C	D	E
1	1	0	0	6	1
2	6	10	6	0	0
3	5	6	10	14	0
4	8	8	9	13	0
5	6	0	0	0	0

TABLO-ID

	A	B	C	D	E
1	1	0	0	11	6
2	1	5	1	0	0
3	0	1	5	14	0
4	3	3	4	14	0
5	0	0	0	5	5

Macar Algoritması ile çözüm;başlangıçtan itibaren 4 iterasyon gerekmektedir.

ÖRNEK-II:Küçük bir hayvanat bahçesinde,herbirinde ayrı tür hayvan bulunan 5 kafes ve de hayvanlara bakacak ve besleyecek olan 5 besleyici bulunmaktadır.Hayvanat bahçesi müdürü,besleme zamanı toplamını minimize edebilecek bir yolla herbir hayvan türüne özel bir bakıcı tahsis etmek istemektedir.Fakat Doris adlı bakıcı aslanlardan korkmaktadır. Ve aslanları beslemesi mümkün değildir.Herbir besleyicinin herbir kafesteki hayvanları besleme süreleri aşağıdaki tablodaki gibidir.(1)

TABLO-II:Dakika olarak besleme süreleri.

	Aslanlar	Ayılar	Zürafalar	Maymunlar	Kuşlar
Alf	30	21	10	19	13
Bob	25	15	15	25	13
Cathy	30	22	15	20	16
Doris	(100)	20	10	22	20
Eric	25	25	12	23	18

MARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Dört yönden atama yapıldığında;

Yukarıdan Aşağıya: 10 + 13 + 20 + 20 +25 = 88

Aşağıdan Yukarıya: 12 + 20 + 16 + 25 +19 = 92

Soldan Sağa : 25 + 15 + 10 + 19 +16 = 85

Sağdan Sola : 13 + 19 + 10 + 22 +25 = 89

(Doris aslanlara bakamayacağı için çok yüksek bir maliyet verildi.)Başlangıç ataması soldan sağa yapılan atama olacaktır.Tek bir tabloda çözümü gösterirsek;

TABLO-II

	AS	AY	ZÜ	MA	KU	FARKLAR
A	30	21	10	19	[13]	9,6,--
B	25	[15]	15	25	13	Geçici olarak bekleyecek,-,-,10
C	30	22	15	[25]	16	1,4,2,-
D	100	20	[10]	22	20	10,-----
E	[25]	25	12	23	18	Geçici olarak bekleyecek,-,-,0

SONUÇ:

BAKICILAR	HAYVANLAR	SÜRELER
Alf	Kuşlar	13
Bob	Ayılar	15
Cathy	Maymunlar	20
Doris	Zürafalar	10
Eric	Aslanlar	25
	TOPLAM	83

Bu sorunun Macar Algoritması ile çözümü yine 4 aşamadır.

Dörtlü Analiz Metodu,minimizasyon problemlerinde bu şekilde bir yol izlemeyi gerektirirken,maksimizasyon problemlerinde tam tersi işlem uygulanır.Dört yönden maksimum atamalar yapılır.En yüksek toplam veya aynı maksimum toplamları veren atamalar tabloda işaretlenir.Herbir sütunun en büyük sayısı işaretlenir.Herbir satırdaki atamanın yanısıra,eğer satırda bir tek sayı işaretli ise,diğer büyük sayı işaretlenir.Bütün satırlar taranır.İşaretli olan sayılar arasında,o sayının satırın en küçük elemanı olup olmadığına bakılır.Eğer satırın en küçük sayısı ise,bu satır geçici olarak işlemden çıkarılır.İşlemden çıkarılmayan bütün satırlar için,satırdaki en büyük işaretli sayıdan,en küçük işaretli sayı çıkarılır.Bu farklardan yararlanarak en büyük farkın bulunduğu satırdaki en büyük işaretli sayı atanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Eğer birden fazla aynı eşitlikte fark çıkarsa,ilk olarak bu satırlardaki işaretli sayıların kaç tane olduğuna bakılır.İşaretli olan sayı adedi eşit ise,en büyük işaretli sayı atanır.İşaretli olan sayı miktarları farklı ise,en az işaretli sayısı olan satırdaki işaretli en büyük sayı atanır.Maksimizasyon problemlerinde yapılan işlemler,minimizasyon problemlerinin işlemlerine benzer.Tek fark seçimlerdir.Oysa Macar Algoritması maksimizasyon problemlerini çözebilmek için,minimizasyon problemi haline dönüşmesi gerekir.Tablodaki en büyük sayıdan diğer bütün sayılar çıkarılıp minimizasyon problemi gibi işlem uygulanacağı için daha fazla işlemi gerektirecektir.

II.YOKETME METODU

Minimizasyon problemlerinde optimum sonucu bulabilmek için şu adımlar izlenir;

1.Adım:Verilen matrisin öncelikle,bütün sütunlarının en küçük sayıları tespit edilir.Bulunan bu değerlerin satırların en büyük sayısı olup olmadığına bakılır.Eğer en büyük sayısı ise ve de o sayıdan satırda birden fazla varsa bu satır geçici olarak işlemden çıkarılır.Bu satırın işleme girebilmesi,diğer yöntemde olduğu gibi,büyük sayı zorunlu olarak yokedildiğinde ya da bütün diğer satır işlemleri tamamlandıktan sonra mümkündür.

2.Adım:İşlemden çıkarılmayan bütün satırlar için,satırdaki en büyük sayıdan en küçük sayı çıkarılarak,farklar bulunur. En büyük farkın bulunduğu satırdaki en büyük sayı yokedilir.Eğer farklar eşitse,satırların yokedilmemiş sayı miktarına bakılır.Yokedilmemiş sayı miktarı fazla olan satır için işlem öncelik arzeder.Eğer miktarlar eşit ise,bu durumda,en büyük sayı yokedilir.Herbir yoketme işlemi sonucunda satır ve sütun kontrol edilir.Çünkü,tek kalan sayı olursa atanmalıdır.İterasyon bu şekilde devam eder.

ÖRNEK-I:Dört farklı makine,dört farklı işi aşağıdaki maliyetlerle üretebilmektedir.Buna göre maliyet nasıl bir dağıtımla minimize edilebilir?

Makineler	1	2	3	4 -İşler
Makine A	13	16	21	14
Makine B	17	13	19	14

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Makineler	1	2	3	4	-İşler
Makine C	12	16	20	16	
Makine D	20	12	17	11	

Yokotme Metodu ile çözüm:

TABLO-III

	1	2	3	4	FARKLAR
A	13	16	21	14	8,8,3,3,3,3,2,-
B	17	13	19	14	6,6,6,6,4,1,1,-
C	12	16	20	16	8,8,8,4,4,4,-
D	20	12	17	11	9,6,6,6,-

Sonuç:	İ	İ	MALİYET
	A	4	14
	B	2	13
	C	1	12
	D	3	17
TOPLAM			56

Bu örnek Macar Algoritması ile 4 aşamada çözülmektedir.

Maksimizasyon problemlerinde ise,bu işlemlerin tam tersi uygulanır.Yani,minimizasyon problemlerinde en büyük sayılarla işlem uygulanırken,burada en küçük sayılarla işlem iterasyonları yapılır.(Örneğin,sütunda en küçük olan sayının satırın da en küçük sayısı olup olmadığına bakılır, en küçük sayı yokedilir,vs.)

III.VAM YÖNTEMİNİN OPTİMİZE EDİLMESİ

Vam yaklaşımı her zaman optimum sonucu vermemektedir.Örneğin yukarıdaki maliyet minimizasyonunu gerçekleştirememektedir.(Vogel's Approximation Method)VAM'a göre çözülen bir atama probleminin optimum sonucu verip vermediği test edilebilir.Ancak bu işlem,çok boyutlu matrislerde karmaşıklaşır.Büyük dikkat ve özen isteyen bir yaklaşımdır. İzlenecek adımlar şöyle açıklanabilir;

1.Adım:İlk başta ya sütun ya da satıra göre işlem yapacağımız belirlenir.Bunu yaptıktan sonra,atamaların sütunlar için ya da satırlar için minimum sayılar olup olmadığına bakılır.Kritere göre minimum olmayan atamalar belirlenir.

2.Adım:Minimum olmayan herbir sayı için,alternatifler aranır.Bunu yaparken izlenecek yol,minimum olmayan herbir sayı için,sırasıyla,atanmış sayılara çizgiler çizilir.(Bu çizgileri köşegen olarak düşünürüz.)Bu köşegenleri birleştiren dörtgenler oluşturulur.Kritere göre (satırlar için uygulanıyorsa satırda,dörtgenin köşeleri yer değiştirir.)kıyaslanan sayı ile yer değiştirmenin analizi yapılır.Bu yer değiştirmelerdeki kazanç ve kayıplar hesaplanır.Eğer kazanç gerçekleşmiyor,kayıp oluyorsa,VAM yönteminin sonucunun

optimum olduğu söylenebilir.

Bir önceki örneği VAM'a göre çözüp analiz ettiğimizde;

TABLO-III

	1	2	3	4				
A	13	16	[21]*	14	1	2	5	0
B	17	[11]*	19	14	1	1	6	0
C	[13]*	16	20	16	4	0	0	0
D	20	12	17	[11]*	1	1	0	0
	1	1	2	3				
	0	1	2	3				
	0	3	2	0				
	0	0	0	0				

VAM'a göre elde ettiğimiz atamayı analiz etmek yeni bir tablo oluşturursak;

TABLO-III

	1	2	3	4	
A	13	16	(21)	14	(16-21)+(19-13)= 1 Kayıp
B	17	(11)	19	14	(13-21)+(20-12)= 0 Aynı Çözüm
C	(13)	16	20	16	(14-21)+(17-11)= -1 Kazanç
D	20	12	17	(11)	

Kazanç tespit ettiğimiz için,bu sonuç optimum değildir. 1.satırda 21 yerine 14,4.satırda 11 yerine 17 atanmalıdır. Satır ya da sütundaki atama minimum olmasa dahi,bu atama sonucunda eğer kazanç yok ise,bu çözüm optimumdur.Eğer analiz eşitliği sıfıra eşit ise bu bize aynı değerde başka bir optimum sonucu verir.

VAM yönteminin optimize edilmesi için kullanılan bu metod,Dörtlü Analiz Metodu ve Yoketme Metodu sonuçları için de yapılabilir.Böylelikle doğruluğu test edilmiş olur ve yanlışlık yapıp yapmadığımızı öğrenebiliriz.

KAYNAK:

1.COHEN S.S.,Operational Research,E.Arnold,London,1985

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İNSAN-MAKİNA SİSTEMLERİNDE BULANIK KÜMELER KURAMININ UYGULAMALARI

Dilek KAPTANOĞLU ve Doç.Dr.A.Fahri ÖZOK

İ.T.Ü. İşletme Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Teknolojinin hızla gelişmesinin neticesinde, sanayide yada diğer sektörlerde akla gelebilecek her türlü insan-Makina Sisteminde insanın kısmi görevleri ve insanı etkileyen faktörler de oldukça değişmektedir. Birçok faktörün etkilerinin sayısal olarak ifade edilemediği, ancak sözel olarak belirtildiği İnsan-Makina sistemlerinde; az, düşük, normal, çok, yüksek, vs. gibi "sözel değişkenler"den bulanık kümeler yardımıyla sayısal sonuçlara varılabilmektedir. İnsan-Makina Sistemlerinde insanın performansını etkileyen çeşitli faktörlerin birleşik etkisi de yine bulanık kümeler yardımıyla sayısal olarak ifade edilebilmektedir.

Bu bildiride, İnsan-Makina Sisteminin genel bir tanımı verildikten sonra, bulanık kümeler kuramına ilişkin temel kavramlar kısaca özetlenmiş, daha sonra literatürdeki İnsan-Makina Sistemlerinde bulanık kümeler kuramının uygulamaları gözden geçirilerek bir uygulama örneği verilmiştir.

1- GİRİŞ

İnsanlar makinalarla çeşitli şekillerde etkileşirler. Bir çok insan araba, bazıları uçak kullanır; fabrikalardaki üretim sırasında çok çeşitli insan-makina sistemi örneklerine rastlarız. Kuvvet santralları ve hizmet sektöründe enformasyon panoları ve bilgisayarlar yardımıyla karmaşık prosesler kontrol edilir. Genel olarak diyebiliriz ki insanların makinalarla etkileşimi hergün biraz daha artmaktadır. Makinaların tasarımcıları olarak mühendisler de insanların makinalarla ne şekilde etkileştikleriyle ilgilenmek zorundadırlar. Bunun birinci önemli nedeni makinalarla çalışma güvenliğini garanti edebilmek, ikinci önemli nedeni ise insan becerilerinin ve sınırlamalarının tüm İnsan-Makina Sisteminin performansını ne şekilde etkilediğini görebilmek isteğidir.

Burada söz konusu olan modeller, İnsan-Makina Sistemlerinin performansı ile ilgili modellerdir. Amaç, performansın ölçülmesi değil öngörülmesidir. Bir İnsan-Makina Sisteminin performansını

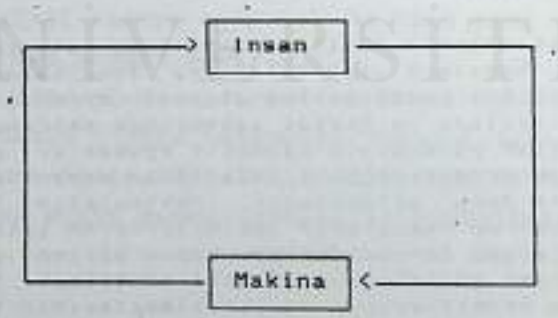
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

öngörebilmek için, bu sistemi bir şekilde ifade edebilmek gerekmektedir. Hemen hemen her problem için, sayısal bir performans tahmini elde etmedeki mühendislik yaklaşımı girdilerin (bağımsız değişkenlerini) çıktıları (bağımlı değişkenleri) ne şekilde etkilediklerini gösterir bir matematiksel model geliştirmektir. Modeller ürettikleri öngörüler bakımından oldukça yararlıdırlar. Örnegin uçak yapımında uçak ve pilotun ne şekilde etkileşeceginin önceden bilinmesi çok önemlidir.

Modelleme işleminde ilk iş problemin tanımlanmasıdır. Yani ilgilenilen olayın ifade edilmesi ve performans ölçülerinin seçilmesidir. Örnegin, sorunlu işlerde, bakım onarım personelinin becerilerini ölçmek isteyebiliriz. Bu iş için uygun performans ölçüleri, hatayı doğru teşhis edebilme olasılığı, hatayı teşhis etmek için gereken süre ve hatayı teşhis etme maliyeti olabilir. Daha sonra problem ifade edilir. Sistemin girdileri nelerdir? Sistemin çıktıları nelerdir? Girdiler çıktıları ne şekilde etkilemektedir? Sorularının yanıtlanması ile problem ifade edilmiş olur.

Insan-Makina Sisteminin kapsamı istenildiği kadar genis veya dar alınabilir. Bu sistem üretimin gerçekleştirildiği en küçük ünite olan bir "İş İstasyonu" olabildigi gibi birden fazla iş istasyonunu da kapsayabilir. Insan, malzeme, enerji ve enformasyon girdileriyle belli yöntemler altında makina ile etkileşimde bulunarak sistemin öngörülen üretimi yapmasını sağlar. Üretilen mal nitelik ve nicelik yönünden sistemin amacına uygun olmalıdır. Esasen bir iş sistemi, görevi yerine getirme süresine, üretilen mal veya hizmetin kalitesine, güvenilirliğine, sistemde çalışan insanın zorlanma derecesine ve memnuniyetine göre değerlendirilir.[7]

Şekil 1'de Insan-Makina Sistemi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Temel Insan-Makina Sistemi.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Herhangi bir insan-Makina sisteminde insana ait çıktının makina için girdi olduğu bir çevrim söz konusudur. Örneğin; insanın algılama-karar verme-harekete geçme işleminin çıktısı, bir otomobilin direksiyonunun dönmesi olabilir. Makinanın (otomobilin) bu dönme ile hareketinde bir değişiklik söz konusu olur. İnsan bu değişikliği algılar ve direksiyonu döndürmekle ilgili daha önceki kararını düzenler ve çevrim böylece devam eder.

İnsan-Makina Sistemlerini modellemede kullanılan birçok metodoloji vardır. Rouse bunların en önemlilerini kestirim kuramı, kontrol kuramı, kuyruk kuramı ve bulanık kümeler kuramı olarak belirtmektedir.[6]

Bulanık kümeler kuramı, kesin veya açık olmayan ya da sayısal olarak ifade edilemeyen kavramları sayısal olarak değerlendirebilmek için çok uygun bir araçtır.

Bulanık kümelerin ve bulanık algoritmaların geliştirilmesi, ile kesin olmayan bilgilere dayanan, yani; "küçük","büyük","biraz küçük","az","çok" vbg. sözel değişkenlerden, sayısal sonuçlara varılabilmektedir. Bu sözel enformasyon genellikle, sayısal değerlerden ya da formüllerden pek anlamayan ama deneyimli bir proses işçisinin ifadesi olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu bilgiyi elde edebilmek için işçiden kullandığı kontrol stratejisini, herhangi bir durum karşısında nasıl bir müdahalede bulunduğunu, tanımlaması istenir. Operatör kullandığı kontrol stratejisini bir sözel karar kuralları kümesi şeklinde aşağıdaki gibi ifade edebilir:

> Eğer "sıcaklıktaki artış büyük" ise
> "basıncı oldukca çok miktarda azalt"
> ya da "sıcaklıktaki artış düşük" ise
> "basıncı biraz azalt" vbg. [3].

Açıktır ki böyle ifadeler "sıcaklıktaki artış" ve "basınçteki azalma" evrensel kümelerindeki bulanık altkümelerle tanımlanabilmektedir. Bu kavramlar IV. Bölümdeki bir uygulama örneğinde açıklık kazanacaktır.

II- BULANIK KUMELER KURAMINA ILIŞKIN TEMEL KAVRAMLAR

Bilindiği gibi, bulanık kümeler kuramı 1960'lı yıllarda ilk olarak Lotfi Zadeh tarafından önerilmiştir. Klasik küme kuramında bir nesnenin bir kümenin elemanı olup olmaması evet ya da hayır şeklinde belirlenmek zorundadır. Ancak gerçek hayatta birçok durumda "bir kümeye ait olma durumu" bu kadar kesin belli değildir. Bulanık kümelerin amacı bu durumları ifade edebilmektir. Bulanık kümeler kuramının temel kavramı "Üyelik Derecesi Fonksiyonu" dur.

Evrensel küme X'in bir bulanık altkümesi olan A, üyelik de-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

recesi fonksiyonu $f_A(x)$ ile karakterize edilmektedir. A bulanık altkümesini bir çiftler kümesi şeklinde ifade edebiliriz[12]:

$$A = \{[x , f_A(x)] , x \in X\}$$

Üyelik derecesi fonksiyonu $f_A(x)$, her $x \in X$ için [0,1] kapalı aralığında bir sayı atamaktadır. Bu sayı x'in A'daki üyelik derecesini belirlemektedir. Bulanık kümeler kuramında kullanılan üç ana işleç (operator) aşağıda tanımlanmaktadır:

1- Evrensel küme X'in bulanık altkümeleri A ve B'nin birleşimi AUB şeklinde ifade edilen bir bulanık altkümedir. Bu bulanık kümenin üyelik derecesi fonksiyonu şu şekilde gösterilir:

$$f_{A\cup B}(x) = \max[f_A(x); f_B(x)] , \quad x \in X$$

Birleşim işleci "veya" bağlacına karşılık gelmektedir.

2- Bulanık altkümeler A ve B'nin kesişimi A∩B şeklinde ifade edilen bir bulanık altkümedir. Bu bulanık altkümenin üyelik derecesi fonksiyonu şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$f_{A\cap B}(x) = \min[f_A(x); f_B(x)] , \quad x \in X$$

Kesişim işleci "ve" bağlacına karşılık gelmektedir.

3- Bulanık altküme A'nın tümleyeni, ¬A şeklinde ifade edilmektedir ve üyelik derecesi fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$f_{\neg A}(x) = 1 - f_A(x) , \quad x \in X$$

Tümleme işleci "değil"e karşılık gelmektedir.

Bulanık kümenin tanımı bizi, giriş bölümünde de bahsedildiği gibi, işi yapan kimsenin deneyimi içinde olan enformasyonla ilgilenebilir duruma getirmektedir. IV. Bölümdeki uygulama örneğinde kullanılacak olan akımın "büyük","orta","küçük","büyük değil", vbg. özelliklerini belirten sözel ifadeler, açıktır ki evrensel küme olan "akım" ın bulanık altkümeleridir.

Bir girdi kümesinden bir çıktı kümesine bulanık bir şekilde eşlemelerin olduğu bir sistem kavramını ifade edebilmek için, bulanık koşullu önermeler (gerektirme) kullanılmaktadır. Sistem, bulanık koşullu önermelerin bir kümesi olacak şekilde ifade edilebilir.

Eğer "girdi büyük" ise "çıktı ortadır."
veya
Eğer "girdi orta" ise "çıktı küçüktür."

"Veya" bağlacının yukarıda belirtilen tanımını kullanarak, sonuç bulanık gerektirmesi S, iki gerektirmeden oluşur:
Eğer A_1 ise sonuç B_1 veya eğer A_2 ise sonuç B_2 ifadesinin

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

üyelik derecesi fonksiyonu şu şekilde tanımlanır:

$$f_R(y,x)=\max\{\min[f_{A_1}(x),f_{B_1}(y)];\ \min[f_{A_2}(x),f_{B_2}(y)]\}$$

Yukarıdaki ifade, ikiden fazla gerektirmenin olduğu durumlar için de genişletilebilir.

Bulanık altkümeler arasında bağıntı tanımını verdikten sonraki adım, belli bir gerektirici bulanık altküme verilmişken sonuçta varılan bulanık altkümenin hesaplanmasıdır. Eğer "girdi büyük" ise "çıktı ortadır" kuralını bilerek akla şu soru gelmektedir. Eğer "girdi çok büyük" ise çıktı nasıldır? Burada çıkarımın şu birleşim kuralı uygulanır: Bulanık gerektirme S verilmişken, eğer A ise, sonuç B'dir. Verilmiş olan A' bulanık altkümesinden çıkarılan (sonuç olarak varılan) B' altkümesinin üyelik derecesi fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$f_{B'}(y)=\max_{x}\min[f_{A'}(x);f_R(y,x)]$$

Burada A ve A', X'in; B ve B', Y'nin bulanık altkümeleridir.

IV. Bölümde anlatılacak olan kontrol uygulamasında sistemin bulanık olmadığı kabul edilmiştir. Bulanık girdi olmadığına göre çıkarımın birleşim kuralını uygulamaya gerek yoktur. Bulanık gerektirmenin sezgisel anlamını kullanarak; Eğer A ise sonuç B, gereken çıktı hiçbir zaman gerektiren girdiden daha yüksek bir doğruluk derecesine sahip olamaz. Bu, gerektirmenin yapısına ters düşecektir. Böylece bulanık girdi A' nün ölçülen değeri x_0 kadar bir üyelik derecesi olan B bulanık çıktısı elde edilir. Bu bulanık çıktı kümesi şu şekilde tanımlanır:

$$f_{B'}(y)=\min[f_{A'}(x_0);f_R(y)]=f_R(y,x_0)$$

Aynı neticeyi elde etmenin bir alternatifi, $x = x_0$ olmak üzere bütün x'ler için üyelik derecesi sıfır ($f_{A'}(x_0)=0$) ama $x = x_0$ için bir olan ($f_{A'}(x_0)=1$) bir A' bulanık girdi kümesi düşünmektir. Bu durumda çıkarımın birleşim kuralı aşağıdaki ifadeye indirgenir:

$$f_{B'}(y)=f_R(y,x_0)$$

Bir bulanık sistemin gösterilmesi, IV. Bölümdeki uygulama örneğinde, bulanık kontrol için bir algoritma olarak kullanılmıştır. Buna göre hangi eylemin yapılması ve prosese koyulması konusunda bir karar verilebilmektedir. Burada uygulanan karar işlemi, sonuç olarak elde edilen üyelik derecesi fonksiyonunun maksimum olduğu y_0 değerini almaktır. Yani:

$$f_{B'}(y_0)=\max_{y} f_{B'}(y)=\max_{y}\max_{x}\min[f_{A'}(x);f_R(y,x)]$$

Burada açıklanan kavramlar IV. Bölümde açıklık kazanacaklardır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kullanılan bulanık kontrol algoritmasında, her i kuralına bir bulanık akım (f) altkümesine bir bulanık sıcaklık (t) altkümesi karşılık gelmektedir. Söz konusu bulanık kümelerin üyelik derecesi fonksiyonları şu şekilde gösterilmektedir:

$$s_i(t) \dashrightarrow v_i(f) \quad , \quad i=1,2,3,\ldots,l$$

Uygulanan işlem, f_o, üçgenleşmiş olan t_o sıcaklığında aşağıdaki gibi hesaplanır:

Her kural için t_o sıcaklığındaki üyelik dereceleri belirlenir.

$$s_1(t_o), s_2(t_o), \ldots\ldots\ldots, s_l(t_o)$$

Akım f için gerektirilen (implied) bulanık altkümelerin üyelik derecesi fonksiyonu ξ her kural için şu şekilde hesaplanabilir:

$$\xi(f) = \min[s_i(t_o); v_i(f)] \quad , \quad i=1,2,3,\ldots,l$$

Akım için tüm kuralları içeren bulanık altküme birleşim olarak elde edilir.

$$\xi(f) = \max_i \min[s_i(t_o); v_i(f)] \quad , \quad i=1,2,3,\ldots,l$$

Sonuç, akımın tüm değerleri üzerinde değişen bir değerdir. Bu bulanık kümenin maksimum değeri için harekete geçileceğine göre bu doğrudan aşağıdaki eşitliği sağlayan f_o değerini seçerek elde edilebilir:

$$\xi(f_o) = \max_f \max_i \min[s_i(t_o); v_i(f)] \quad , \quad i=1,2,3,\ldots,l$$

Algoritmayı uygulayabilmek için önce; sıcaklık hatası (x), hatadaki değişme (dx), sıcak su akımı (F1), sıcak su akımındaki değişme (dF1), soğuk su akımı (F2), gibi bulanık kümelerin; "küçük değil","küçük","çok küçük","orta derecede küçük","oldukça küçük" vbg. sözel değişkenlere karşılık gelen üyelik derecesi fonksiyonları belirlenmiştir. Burada bu konunun ayrıntılarına girilmeyecektir. Ancak, genel olarak üyelik derecesi fonksiyonlarının ne şekilde belirlenebileceği TÜrkşen [11] tarafından ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

Bu prosesin kontrolü için uygun üç ayrı strateji belirlenip bu stratejilere bağlı olarak ortaya çıkan kurallar tanımlanmıştır.

Stratejiler şunlardır:

1- Operatör akımdaki değişikliği (prosesin girdisi) etkilemek için hata ve hatadaki değişmeyi kullanır.

2- Operatör enformasyon olarak sadece hatayı kullanır ve akımı değiştirir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3- Operatör hatayı kullanır ve akımı nötr pozisyonun altında veya üzerinde ayarlar.

Her strateji için tanımlanan kurallar şunlardır:

1. Strateji için:

* Eğer x "küçük değil" ise F1 "çok büyüktür"
  F2 "çok küçüktür"

* Eğer x "küçük" ise F1 "çok küçüktür"
  F2 "kalıcı durumdadır"

* Eğer x "çok küçük" ise F2 "kalıcı durumdadır"
  eğer x'deki artış "küçük" ise F1'deki azalma "küçüktür"

* eğer x'deki artış "orta" ise F1'deki azalma "ortadır"

* eğer x'deki artış "büyük" ise F1'deki azalma "büyüktür"

2. Strateji için:

* Eğer x "küçük değil" ise F1 "çok büyüktür"
  F2 "çok küçüktür"

* Eğer x "biraz küçük" ise F1 "çok küçüktür"
  F2 "kalıcı durumdadır"

* Eğer x "küçük" ise F1'deki artış "büyüktür"
  F2 "kalıcı durumdadır"

* Eğer x "orta küçüklükte" ise F1'deki artış "ortadır"
  F2 "kalıcı durumdadır"

* Eğer x "oldukça küçük" ise F1'deki artış "küçüktür"
  F2 "kalıcı durumdadır"

3. Strateji için:

* Eğer x "küçük değil" ise F1 "çok büyüktür"
  F2 "çok küçüktür"

* Eğer x "küçük" ise F1 "kalıcı duruma yakındır"
  F2 "kalıcı durumdadır"

* Eğer x "çok küçük" ise F1 "kalıcı duruma çok yakındır"
  F2 "kalıcı durumdadır"

Bu kurallar ve bulanık kontrol algoritmasıyla elde edilen sonuçlar klasik kontrol sistemleriyle elde edilen sonuçlarla kıyaslanmış ve bulanık algoritmanın performansının çok iyi olduğu görulmüştür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

V - SONUÇ

Karmaşık sanayi tesislerinde ve özellikle kimyasal reaksiyonların söz konusu olduğu proseslerde, otomatik kontrol oldukça güçtür. Birçok durumda tesis modelleri prosesin temelinde yatan fiziksel veya kimyasal özelliklerden elde edilmektedir. Bu genellikle çok karmaşık hesaplamaları gerektirmektedir. Birçok varsayıma, yaklaşık hesaplamaya rağmen, sonuçta ortaya çıkan model yüksek mertebede, doğrusal olmayan, zor bir model olabilmektedir. Genellikle gerçek proses, modelden çok farklı olabilmektedir. Parametre kestirim metotları çok karmaşık, zaman alıcı ve dolayısıyla yüksek maliyetli olmaktadır.

Öte yandan, birçok durumda insanın (operatörün) uygulayacağı kontrol otomatik kontrolden çok daha başarılı olabilmektedir. Genellikle operatörün kullandığı strateji çok açık olmadığından ve sayısal olarak ifade edilemediğinden böyle bir kontrol modeli bulanık küneler kuramı kullanılarak kurulabilmektedir. Proses kontrolunda, literatürde, söz konusu İnsan-Makina Sisteminin modellenmesine ilişkin birçok başarılı çalışmaya rastlanmaktadır.[3,4,10]

Sonuç olarak diyebiliriz ki, operatörün deneyiminin kontrolda kolaylıkla uygulanabildiği, kontrolun zaten operatör tarafından yapıldığı prosesler için, bulanık sözel kurallar (fuzzy linguistic rules) oldukça çekici bir araç olabilmektedir.

KAYNAKLAR

1- Hunt, R.M. ve W.Rouse, A Fuzzy Rule-Based Model of Human Problem Solving, IEEE Trans. on Systems Man and Cybernetics, Cilt SMC-1 4, 112-120, 1984.

2- Karwowski, W. ve M.Ayoub, Fuzzy Modelling of Stresses in Manual Lifting Tasks, Ergonomics, Cilt 27, 641-649, 1984.

3- Kickert, W.J.M. ve H.R.Van Nauta Lemke, Application of a Fuzzy Controller in a Warm Water Plant, Automatica, Cilt 12, 301-308, 1976.

4- King, P.J. ve H.Mamdani, The Application of Fuzzy Control Systems to Industrial Processes, Automatica, Cilt 13, 235-242 1977.

5- Mamdani, E.H, Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning Using Linguistic Synthesis, IEEE Trans. on Computers, Cilt C-26, 1182-1191, 1977.

6- Mital, A. ve W.Karwowski, Towards the Development of Human Work Performance Standards in Futuristic Man-Machine Systems:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

A Fuzzy Modelling Approach, Fuzzy Sets and Systems, Cilt 20, 133-147, 1986.

7- Özok, A.F, Sanayi Mühendisliği ve Ergonomi (İşbilim), Sanayi Mühendisliği Dergisi, Sayı 1, 5-9, 1982.

8- Rouse, W.B, Systems Engineering Models of Human-Machine Interaction, North Holland, New York, 1980.

9- Terano, T. ve digerleri, Human Reliability and Safety Evaluation of Man-Machine Systems, Automatica, Cilt 19, 719-722, 1983.

10-Tong, R.M, A Control Engineering Review of Fuzzy Systems, Automatica, Cilt 13, 559-569, 1977.

11-Türksen, I.B, Measurement of Membership Functions, Karwowski ve Mital eds.,Applications of Fuzzy Set Theory in Human Factors, North Holland, 1986.

12-Zadeh, L.A, Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes, IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Cilt SMC-3, 28-44, 1973.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

III- INSAN-MAKINA SISTEMLERINDE BULANIK KUMELER KURAMININ UYGULAMALARI

Bulanık kümeler, insanların kesin olmayan bilgilerle karşılaştıkları insan-Makina Sistemlerini modellemede oldukça kullanışlıdırlar. Bununla birlikte, bulanık kümeler kuramı insan-Makina Sistemlerini modellemede henüz yeterince yaygınlaşmamıştır. İnsan-Makina Sistemlerinde ya da başka bir deyişle işbilimsel sistemlerde literatürdeki bulanık küme modellerinden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

* Hunt ve Rouse'un [1] insanın, kurala dayalı problem çözmesini modellemesi,
* Karwowski ve Ayoub'un [2] elle yük kaldırma işlerinde gerilimleri modellemesi,
* King ve Mamdani'nin proses kontrol için geliştirdikleri bulanık kontrol sistemleri [4,5],
* Mital ve Karwowski'nin [6] insan-Makina Sistemlerinde iş-performans standardlarının belirlenmesi çalışması,
* Terano ve diğerlerinin [9] insan-Makina Sistemlerinin güvenilirlik ve emniyet hesaplaması çalışması,
* Tong'un [10] proses kontroluna ilişkin modellemesi,
* IV. Bölümde özetlenecek olan Kickert ve Lemke'nin [3] bir su ısıtma tesisindeki kontrol modellemesi.

IV - BIR UYGULAMA ÖRNEGI

Bu uygulamada [3], bir su ısıtma pilot tesisinde sıcaklığı kontrol etmek üzere, bulanık sistem kavramı kullanılarak bir kontrol mekanizması geliştirilmiştir. Bu bildiride, asıl amaç bulanık kümeler kuramının insan-Makina Sistemlerinde ne şekilde uygulanabildiğini göstermek olduğu için, söz konusu prosesin ve sayısal sonuçlarının ayrıntılarına girilmeyip sadece sistem çok basit bir şekilde tanımlanarak, bulanık kümelere ilişkin kavramların ne şekilde kullanıldığı gösterilecektir.

Birkaç bölüme ayrılmış olan bir sıcak su tankına, F2 değişken akımıyla soğuk su verilmektedir. Tankdaki su ise içinden F1 değişken akımıyla yaklaşık 90°C'de sıcak su geçen bir eşanjör ile ısıtılmaktadır. Amaç F1 ve F2'nin değerlerini ayarlayarak, F2'nin kalıcı durum (steady state) değeri ve farklı sıcaklıklar için bölümlerden birinde sıcaklığı kontrol etmektir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

BULANIK ALT-KUMELER TEORİSİYLE BİLGİSAYAR DESTEKLİ KARAR ANALİZİ UYGULAMASI

1965'te Amerikalı bilim adamı profesör Lofti A.ZADEH "BULANIK KUMELER" hakkındaki ilk makalesini yayınladığında bu konuda çok büyük eleştiriler aldı ve bu makale ile olasılık teorisine çok büyük yenilikler getirmediği savunuldu. Bunun böyle olması doğaldı çünkü her yeni teori gibi "BULANIK KUMELER" teorisininde kabul edilmesi için belli bir süreye gereksinimi vardı. Nitekim bu teori, 1975'ten 1981'e kadar , 2500 makale, 15 kitap, 100 tez ve 1000 araştırmacıya konu oldu.

Özellikle "BULANIK ALT-KUMELER" ile karar analizleri uygulaması oldukça etkin bir çözüm yöntemidir. Örneğin bir karar biriminin N alt-karar merkezi ve her karar merkezinin de M ayrı bütçesi bulunsun. Önceden belirlenmiş bir yatırım fonksiyonu altında bu karar birimi için en uygun alt-karar merkezleri bütçe seçimi yapabilmek için "BULANIK ALT-KÜMELER" teorisi kullanılabilir. Buna benzer sayısız karar analizi aynı yöntemle çözülebilir.

Bu çalışmada kısaca :

1)- "BULANIK ALT-KUMELER" teorisinin yapısı.
2)- Örnek bir Karar Analizi probleminin çözümü.
3)- Bilgisayar için genel amaçlı bir paket program yapılmıştır.

Arş.Grv.Serdar ÖCAL

1.BULANIK ALT-KÜMELER TEORİSİNİN YAPISI

İnsan düşüncesi belirsizlik üzerine kurulmuştur. Fakat her zaman ondan fazlasıyla mantıklı olması beklenir. Günümüzde mantık kavramı bilgisayarın ortaya çıkmasıyla gerçek anlamından daha sınırlı olarak kullanılmaktadır. İnsan mantığı güncel bilgisayar mantığından çok daha geniş ve çeşitlidir. George BOOLE'un [2] bir buçuk yüzyıl önce yayınladığı "LAWS OF THOUGHT" adlı yapıtında da ortaya koyduğu gibi insan mantığı basit bir mantıktan oluşmaz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

tersine çeşitli mantık sistemlerinin kombinasyonu seklindedir. Dolayısıyla onu BOOLE mantığıyla sınırlandırmak büyük yanılgı olacaktır. İnsan mantığı, bünyesinde BOOLE mantığıyla semantik mantık sistemini birleştirip daha yüksek düzeyde mantık sistemi oluşturur. Bir taraftan BOOLE mantık sistemi antropiyi azaltırken, diğer yandan semantik sistem tam tersi işlem yapar.[1] BOOLEAN mantık sisteminden doğal mantık sistemi olan insan düşüncesine geçmek için, baştan bu mantığın yapısının evrensel olmadığı, aksine kişisel olduğu kabul edilmelidir. Basit bir örnek olarak, güncel konuşma ele alınırsa "bu adam keldir" önermesinin BOOLEAN mantık sisteminde olumsuzu "bu adam kel değildir." olacaktır. Gerçekte bir kimsenin kel olup olmaması o kadar kolay karar verilebilecek bir olgu değildir. Bu durum genelde görecelidir. Semantik mantık yapısında kel olma sınırı kişiden kişiye değişir. Bu durum en basit önermede bile kesinsizlikle kolayca karşılaşılacağını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak BOOLEAN mantığının yukardaki özelliklerinden dolayı insan ilişkilerinde kullanılması yeterli olmayacaktır.

PIAGET, VALERY, LUKACIEVICZ, POST ve özellikle Bertrand RUSSEL [1] insan düşüncesine yakın olabilecek mantık sistemleri aramışlardır. Bunların arasında ZADEH [4] modelleme sistemiyle, bilgi-işlem sisteminin özelliklerini bir arada toplayıp gerçekçi bir tutumla doğal mantığa yaklaşmıştır. Bu bilimsel yaklaşıma "BULANIK ALT-KUMELER" teorisi denmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2.ÖRNEK KARAR ANALİZİ.

Bir karar analizine örnek model olarak sıfır tabanlı bütçeleme yöntemini ele alırsak ilk önce bu yöntemin matematiksel yapısını incelemek gerekir. Bir örnekle incelemeye başlıyalım.

Bir kuruluşta birbirinden bağımsız dört ayrı karar merkezi A , B , C , D harfleriyle gösterilsin. A için üç ayrı bütçe A0 , A1 ve A2 , B için iki bütçe B0 ve B1, C için dört bütçe C0 , C1 , C2 ve C3 , son olarak D içinse üç bütçe D0 , D1 ve D2 olarak belirlensin.

Burada 0 indisli bütçeleri taban bütçe kabul edersek, bu bütçenin altında bir ödenek ile ilgili karar merkezinin işlevini sürdürmesi olanaksızdır. 1, 2 , 3 ,... gibi indislerin yükselmesi ile doğru orantılı olarak karar merkezi bütçe içeriklerininde artığını söyleyebiliriz.

Sıfır tabanlı bütçeleme yönteminde , bütçeleri 0 , 1 , 2 , 3 ..... şeklinde sıralı olarak ele aldığımızda bunlardan ilgili karar merkezi için yalnız bir tanesini seçebiliriz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çözümü kolaylaştırmak için toplam 12 bütçe aşağıdaki gibi seçilmiştir.

C0, C0+D0, C1+D0, A0+C1+D0, A1+C1+D0, A1+B0+C1+D0, A2+B0+C1+D0, A2+B0+C2+D0, A2+B1+C2+D0, A2+B1+C3+D0, A2+B1+C3+D1, A2+B1+C3+D2.

(1)

Ana karar birimi olan kuruluşun tüm karar merkezleri için ayırdığı nakit miktarı L ile gösterilsin. Herhangi toplam bütçe seçeneğinin bu miktarı aşamayacağı gerçeği altında:

$$A2+B1+C3+D0 \leq L < A2+B1+C3+D1 \qquad (2)$$

limitinden dolayı A2, B1, C3 ve D0 bütçeleri kabul edilecektir.

Sayet toplam bütçeyi şu şekilde tanımlarsak :

$$A1+C1+D0 \leq L < A1+B0+C1+D0 \qquad (3)$$

Bu durumda A1, B1 ve D0 bütçeleri kabul edilecek B karar merkezi verdiği hizmetle birlikte yok olacaktır.

Simdi varsayalım ki A, B, C ve D bütçeleri BULANIK SAYILAR'dan oluşsunlar.

$\underset{\sim}{A}i$, i=0,1,2, $\underset{\sim}{B}j$, j=0,1, $\underset{\sim}{C}k$, k=0,1,2,3 ve $\underset{\sim}{D}l$, l=0,1,2 şeklinde tanımlansınlar. M_β ile gösterilen β indisli M karar merkezinin α-kesiti altaki gibi gösterilir.

$$M_\alpha = [\, m_\beta^{\alpha}, \; m_\beta^{\alpha'} \,] \quad \text{böylece} \qquad (4)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$(\beta < \beta') \quad \longrightarrow \quad (\, m_{\beta}^{\alpha_1} \leq m_{\beta'}^{\alpha_1} \,.\, m_{\beta}^{\alpha_2} \leq m_{\beta'}^{\alpha_2}) \quad \forall \alpha \in [0,1]$$

elde edilir. (5)

(5) teki sıralama bağıntısı:

$\underset{\sim}{M}_{\beta} \leq \underset{\sim}{M}_{\beta'}$ şeklinde gösterilir. (6)

Simdi (1) deki sınıflamayı Bulanık sayıları kullanarak aşağıdaki gibi yapabiliriz.

$\underset{\sim}{Ç}0$. $\underset{\sim}{Ç}0(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{Ç}1(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}0(+)\underset{\sim}{Ç}1(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}1(+)\underset{\sim}{Ç}1(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}1(+)\underset{\sim}{B}0(+)\underset{\sim}{Ç}1(+)\underset{\sim}{D}0$.$\underset{\sim}{A}2(+)\underset{\sim}{B}0(+)\underset{\sim}{Ç}1(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}2(+)\underset{\sim}{B}0(+)\underset{\sim}{Ç}2(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}2(+)\underset{\sim}{B}1(+)\underset{\sim}{Ç}2(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}2(+)\underset{\sim}{B}1(+)\underset{\sim}{Ç}3(+)\underset{\sim}{D}0$. $\underset{\sim}{A}2(+)\underset{\sim}{B}1(+)\underset{\sim}{Ç}3(+)\underset{\sim}{D}1$. $\underset{\sim}{A}2(+)\underset{\sim}{B}1(+)\underset{\sim}{Ç}3(+)\underset{\sim}{D}2$. (7)

(+) işaretini bulanık sayılarda toplama işlemini göstermek için kullanıyoruz.

$\forall x,y,z \in R^{+}$:

$$\mu_{\underset{\sim}{M}_{\beta}(+)\underset{\sim}{M}_{\beta'}}(z) = \bigvee_{z=x+y} \left(\mu_{\underset{\sim}{M}_{\beta}}(x) \wedge \mu_{\underset{\sim}{M}_{\beta'}}(y) \right)$$

Kullanilir toplam bütçeninde bulanık olduğu varsayımını yaparsak:

$\forall x \in R^{+}$:

$$\mu_{L}(x) = \begin{cases} 1\,, & 0 < x < 1 \\ \text{monoton, azalan bir fonksiyon} & 11 < x < 12 \\ 0\,, & 1 < x \end{cases} \qquad (9)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu tanıma uyan bir fonksiyonun grafiği sekil (1) de görülmektedir.

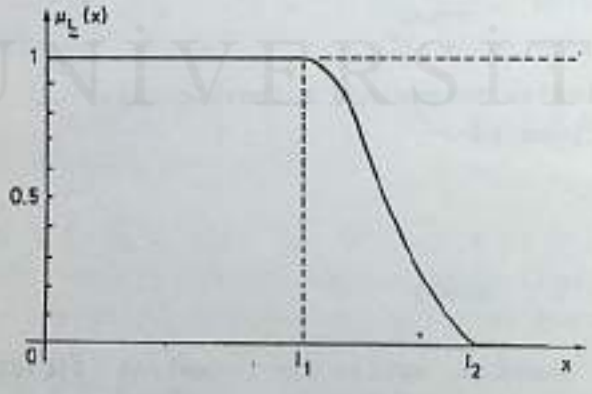
Eger $\underset{\sim}{X}$ (7)' de belirtilen kümülatif bütçelerden biriyse olabilirlik kavramını kullanarak:

$$\text{OLABİLİR}(\underset{\sim}{X}) = V_x \left(\mu_{\underset{\sim}{X}}(x) \wedge \mu_{\underset{\sim}{L}}(x) \right) \tag{10}$$

şeklinde yazabiliriz.

(2) ve (3)'te olduğu gibi biçimsel karşılaştırma yöntemi yerine karar verecek kişi asağıdaki yöntemi degerlendirerek bulanık sıfır tabanlı bütçeleme sisteminde bir kritere sahip olabilir.

$$(\underset{\sim}{X},\ \text{OLABİLİR}(\underset{\sim}{X})) \tag{11}$$



Şekil 1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Konuyu daha iyi açıklamak için nümerik bir örneği adım adım bulanık kümeler teorisini kullanarak çözelim. Daha sonra genelleştirilmiş bir algoritma ile çok daha geniş problemler üzerinde çalışacağız. Her bulanık bütçenin aynı tipte olduklarını varsayalım. Bu bütçeleri tanımlamak içinde sık kullanılan üçgen bir fonksiyon tipini ele alalım. Böyle bir fonksiyonu üçlü bileşenler seklinde gösterebiliriz.

$$\underset{\sim}{X} = (x_1, x_2, x_3) \quad \text{ve} \quad \underset{\sim}{Y} = (y_1, y_2, y_3) \qquad (12)$$

buradan

$$\underset{\sim}{X} (+) \underset{\sim}{Y} = (x_1, x_2, x_3) (+) (y_1, y_2, y_3) \qquad (13)$$

$$= (x_1 (+) y_1, x_2 (+) y_2, x_3 (+) y_3). \qquad (14)$$

Bu arada L fonksiyonunun şekil (3)'de ki gibi olduğunu belirtmeden geçmeyelim ve buna göre aşağıdaki nümerik bilgilerin değerlendirmesini yapalım.

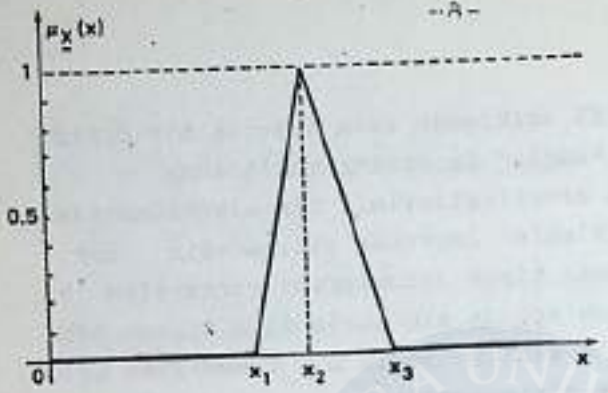
$\underset{\sim}{A}0=(1000,1100,1250)$ $\underset{\sim}{A}1=(1200,1250,1400)$
$\underset{\sim}{A}2=(1500,1600,1900)$ $\underset{\sim}{B}0=(800,1000,1300)$
$\underset{\sim}{B}1=(1300,1400,1700)$ $\underset{\sim}{C}0=(400,500,700)$
$\underset{\sim}{C}1=(500,650,800)$ $\underset{\sim}{C}2=(650,800,950)$
$\underset{\sim}{C}3=(800,1000,1200)$ $\underset{\sim}{D}0=(1000,1200,1300)$
$\underset{\sim}{D}1=(1250,1400,1700)$ $\underset{\sim}{D}2=(1500,1700,1800)$

(15)

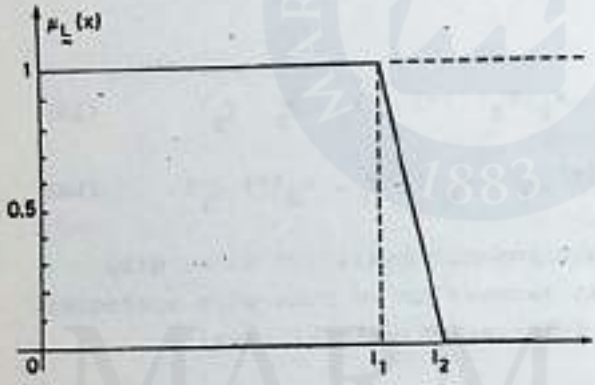
Kümülatif bütçeleri elde edersek:

(1) $\underset{\sim}{C}0 = (400,500,700)$
(2) $\underset{\sim}{C}0 (+) \underset{\sim}{D}0 = (1400,1700,2000)$.
(3) $\underset{\sim}{C}1 (+) \underset{\sim}{D}0 = (1500,1850,3300)$.

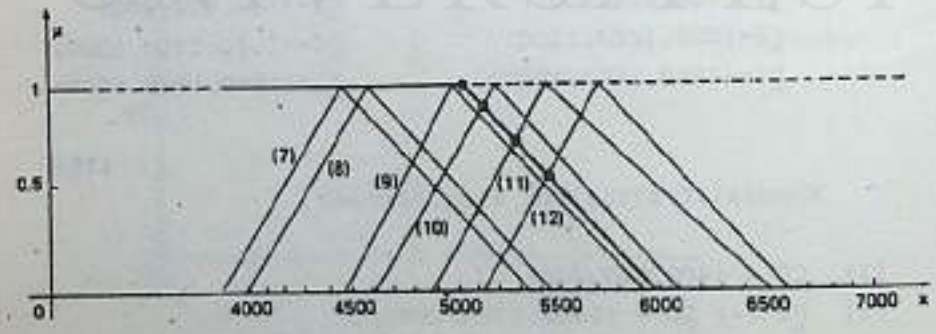
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(4) $\tilde{A}0 \ (+) \ \tilde{C}1 \ (+) \ \tilde{D}0 = (2500, 2950, 3350)$.
(5) $\tilde{A}1 \ (+) \ \tilde{C}1 \ (+) \ \tilde{D}0 = (2700, 3100, 3500)$.
(6) $\tilde{A}1 \ (+) \ \tilde{B}0 \ (+) \ \tilde{C}1 \ (+) \ \tilde{D}0 = (3500, 4100, 4800)$.
(7) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}0 \ (+) \ \tilde{C}1 \ (+) \ \tilde{D}0 = (3800, 4450, 5300)$. (16)
(8) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}0 \ (+) \ \tilde{C}2 \ (+) \ \tilde{D}0 = (3950, 4600, 5450)$.
(9) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}1 \ (+) \ \tilde{C}2 \ (+) \ \tilde{D}0 = (4450, 5000, 5850)$.
(10) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}1 \ (+) \ \tilde{C}3 \ (+) \ \tilde{D}0 = (4600, 5200, 6100)$.
(11) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}1 \ (+) \ \tilde{C}3 \ (+) \ \tilde{D}1 = (4850, 5400, 6500)$.
(12) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}1 \ (+) \ \tilde{C}3 \ (+) \ \tilde{D}2 = (5100, 5700, 6600)$.

Toplam bütçelerin bulanık başlangıç fonksiyonunuda aşağıdaki gibi tanımlarsak:

$\forall x \in R^{+}$:

$$\mu_{\tilde{L}}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x \leq 5000 \\ 6 - \dfrac{x}{1000} & , \quad 5000 \leq x \leq 6000 \\ 0 & , \quad 6000 \leq x \end{cases} \qquad (17)$$

şekil (4), (7), ile (12), kümülatif bütçelerin olasılıklarını vermektedir.

Kümülatif bütçe	Kabul edilirlik düzeyi (olabilirlik)
(7) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}0 \ (+) \ \tilde{C}1 \ (+) \ \tilde{D}0$	1
(8) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}0 \ (+) \ \tilde{C}2 \ (+) \ \tilde{D}0$	1
(9) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}1 \ (+) \ \tilde{C}2 \ (+) \ \tilde{D}0$	1
(10) $\tilde{A}2 \ (+) \ \tilde{B}1 \ (+) \ \tilde{C}3 \ (+) \ \tilde{D}0$	0.87 (18)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(11) $\underset{\sim}{A2}$ (+) $\underset{\sim}{B1}$ (+) $\underset{\sim}{C3}$ (+) $\underset{\sim}{D1}$ 0.74

(12) $\underset{\sim}{A2}$ (+) $\underset{\sim}{B1}$ (+) $\underset{\sim}{C3}$ (+) $\underset{\sim}{D2}$ 0.53

Yukarda görüldüğü gibi kabul edilirlik düzeyi 1 olduğu sürece bulanık sayılar sisteminde kümülatif bütçe kabul edilebilir. 1 altındaki düzeyler belki 0.87 için kabul edilebilinir ama daha alt seviyedekiler için bu olanaksızdır.

Bu örnekte olabilirlik değerleri bulanık toplam bütçelerin sabit olduğu varsayımı altında hesaplanmıştır. Bu tip problemlerin çözümünde bir başka kriter daha ele alınabilir.

iki ana fonksiyon görülmektedir.

$\mu_{\underset{\sim}{A}}(x)$ - Bulanık sayıları

$\mu_{\underset{\sim}{L}}(x)$ - Toplam bütçeyi

göstermektedir.

Biz bunu " Kabul edilirlik endeksi " olarak adlandırıp şu şekilde göstermekteyiz.

$$k(\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{L}) = \frac{\underset{\sim}{A} \cap \underset{\sim}{L} \text{ alanı}}{\underset{\sim}{A} \text{ alanı}}$$

Bu endeks bulanık sıfır tabanlı bütçeleme yönteminde oldukça etkindir. [3]

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3.KARAR ANALİZİ PAKET PROGRAMI

Kullanici adi :

K A R A R A N A L I Z I
Version : 2.01
A N A M E N U S U

BAKIM / HESAPLAMA	RAPORLAR
KARAR MERKEZLERI BILGI BAKIMI KARAR MERKEZLERI BUTCE BAKIMI KURULUS BILGILERI BAKIMI KUMULE BUTCELERIN HESAPLANMASI BULANIK BUTCELERIN HESAPLANMASI	KARAR MERKEZI SABIT BILGI RAPORU BUTCE SABIT BILGI RAPORU KABUL EDILEBILIR BUTCELER RAPORU SIRALI OLASILIKLAR RAPORU BUTCE DUZEYINDE COZUM RAPORU

PROGRAMDAN CIKIS ICIN [END] TUSUNA BASINIZ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BULANIK KUMELERLE KARAR ANALIZI PAKETI

SIRA NO	KUMULE BUTCE	X1	X2	X3	
00016	A0,B1,C1,D0,	3800	3500	5050	1
00017	A0,B1,C1,D1,	4050	4550	5450	1
00018	A0,B1,C1,D2,	4300	8500	5550	.914615511462385
00019	A0,B1,C2,D0,	3950	4500	5200	1
00020	A0,B1,C2,D1,	4200	4700	6000	.885450325849231 8
00021	A0,B1,C2,D2,	4450	5000	5700	.825770465148647 7
00022	A0,B1,C3,D0,	4100	4700	5450	1
00023	A0,B1,C3,D1,	4350	4900	8500	.803635384515587 1
00024	A0,B1,C3,D2,	4600	5200	5950	.695360889318150 9
00025	A1,B0,C0,D0,	3400	3950	4700	1
00026	A1,B0,C0,D1,	3650	4150	5100	1
00027	A1,B0,C0,D2,	3900	4450	5200	1
00028	A1,B0,C1,D0,	3500	1000	4800	1
00029	A1,B0,C1,D1,	3750	4300	5200	1
00030	A1,B0,C1,D2,	4000	6000	5300	1

IYI CALISMALAR

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

[1] ALUJA, G., La theorie des sous-ensemble flous. C.E.P.I.A. Versailles pp. 2-30, 1986

[2] FAURE, R., Mathematiques pour l'informaticien. GAUTHIER-VILLARS pp. 7-15, 1973

[3] KAUFMANN, A., Fuzzy zero-base budgeting. NORTH-HOLLAND pp. 479-487 1984

[4] ZADEH, L., Fuzzy Sets and Decision Analysis. NORTH-HOLLAND pp. 3-7 1983

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XIII. SAĞLIK SİSTEMLERİNİN VE ÜNİVERSİTELERİN YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

XIII. I. *Tıbbi Yönetimde Bilgisayar* XIII-1
Dr. YILDIRIM RAMAZANOĞLU, Nöroloji Anabilim Dalı, Tıp Fakültesi, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Altunizade, İstanbul.

XIII. II. *Sağlık Sistemlerinde Karşılaşılan Kuyruk Problemleri ve Bir Örnek* XIII-11
Dr. RİAN DİŞÇİ, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İstanbul Tıp Fakültesi, Çapa, İstanbul.

XIII. III. *2000 Yılı İçin İstanbul İli Sağlık Tesislerinin Planlaması* XIII-22
Doç. Dr. VEDİA DÖKMECİ, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü., Taksim, İstanbul.

XIII. IV. *EXSYS VE DBASE III Ortak Kullanımı İle Dengeli Beslenme Diyeti Üretilmesi* XIII-32
Ar. Grv. AYDAN ARAS, Yrd. Doç. Dr. HALİL ŞENGONCA, Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir.

XIII. V. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliğinin Üniversite Yönetiminde Kullanımı* XIII-44
Prof. Dr. ÖMER SAATÇİOĞLU, Ar. Grv. MELTEM DENİZEL, Ar. Grv. NEJAT KARABAKAL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü., Ankara.

XIII. VI. *Bilgisayar Yardımı İle Öğrenci Veri Tabanı Geliştirilmesi* XIII-53
Prof. Dr. BİLGİN KAFTANOĞLU, Doç. Dr. BİROL KILKIŞ, KÜRŞAT ÖZGEN, MURAT KAPLAN, NİYAZİ ULUDAĞ, Y. KADIOĞLU, GÜLSÜN GÖKAĞAÇ, MİNE AYDOĞAN, Fen Bilimleri Enstitüsü, O. D. T. Ü., Ankara.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

TIBBİ YÖNETİMDE BİLGİSAYAR **

Dr. YILDIRIM M. RAMAZANOĞLU *

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

* Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi
Nöroloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

** Bu yazı, M.Ü. Tıp Fakültesi Hastanesinde modern bir bilgi-işlem merkezi kurulması ve hastanedeki günlük faaliyetlerle ilgili bilgilerin, bir mini-bilgisayarın hafızasında oluşturulan veri bankalarına aktarımını sağlayan çalışmalar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

T.C.
Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümanta

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ÖZET:
=====

Bilgisayar teknolojisi hızla gelişip ucuzlayarak yaygınlaşırken, bu gelişmeleri en yakından izleyen sektörlerin başında, tıbbi alet ve cihazların üretim teknolojisi gelmektedir.

Son yıllarda bilgisayarlar, idarecilik ve işletmecilik gibi dallarda da yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu dalların özelleşmiş bir biçimi olan "Hastane idareciliği" ve bilhassa tıp nosyonuna sahip olunması şartını gerektirdiği için, daha da spesifik bir dal olan "Tıbbi yönetim", çoğunlukla doktorlardan oluşan kadroların elindedir.

İşte, çok uzun bir tahsil devresinden sonra yetişen ve mezuniyetten sonraki hayatları da pratik olarak hep eğitimle geçen hekimler, ihtisaslaşmaları arttıkça, herhangibir konu için ayıracakları zamanın maliyeti daha da yükselmektedir. Bu durumda, çoğunluğu birkaç üst ihtisas sahibi olup öğretim kadrosunda çalışmakta olan, bunun üstüne bir de tıbbi yönetimde vazife almak zorunda kalan öğretim görevlilerinin, bu paramedikal sahada harcayacakları vakti en düşük düzeye indirmek için "bilgisayarın yeri ne olabilir" sorusuna bu yazıda cevap aranmıştır. Ayrıca, hekimlerin, özel çalışmalarında dahi, kıymetli vakitlerini bilgisayar yardımıyla nasıl tasarruf edebilecekleri, birim zamanda daha hızlı ve daha verimli işi nasıl gerçekleştirebilecekleri tartışılmış, bu gelişmelerin yakın gelecekte ulaşacakları noktalar üzerinde kısaca durulmuştur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GİRİŞ :

İnsanlara organize sağlik hizmeti veren en büyük tıbbi merkezlerden en küçük sağlık ünitelerine kadar hemen her yerde, genel idari yönetimin yanısıra, pratikte ondan çok daha önemli olan bir tıbbi yönetim mevcuttur.

Genel idari yönetim, esas olarak profesyonel idareci ve bürokratların sahasına girmektedir.
Ana çekirdeğini doktorların oluşturduğu çeşitli kademelerde görevli elemanlardan anlamlı bir hizmet zinciri yaratılabilmesi, ancak uygun çalışma ve işbirliği ortamını hazırlayan sağlıklı bir tıbbi yönetim ile mümkündür. Bu amaçla bilgisayarlardan yoğun biçimde yararlanmak, tıbbi yönetimle sağlanmak istenen hizmet disiplininin, kişisel yargı ve yanılgılardan uzak, akılcı ve objektif temellere oturtulmasını sağlayacaktır.

HASTANE İDARESİ :

Tıbbi yönetim adını verdiğimiz merkezi otoritenin yetki sahasına giren birimler genellikle şöyle sıralanabilir:

1. Danışma
2. Hasta-kabul
3. Bilgi-islem
4. Vezne
5. Dosya arsivi
6. Poliklinikler
7. Servisler
8. Bölümler (Dept.)
9. Laboratuvarlar
10. Röntgen
11. Ameliyathaneler
12. Sterilizasyon
13. Çamaşirhane
14. Dikimhane
15. Eczane
16. Araştırma merkezi
17. Foto-film-grafik merkezi
18. Basımevi
19. Kütüphane
20. Yemekhane/Kantin

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bütün bu birimlerin kendi içlerinde asgari standartlara uygun olarak organize edilmeleri, birbirleriyle uyumlu işbirliğinin sağlanması, oto-kontrol mekanizmaları kurularak bu sağlıklı entegrasyonun devam ettirilmesi, çok büyük gayretleri gerektirir.

Konu, analiz edeceğimiz objenin sınırlarını daraltmak için sadece üniversite hastanelerindeki duruma indirgenecek olursa, her hastanede bu birimlerin hepsinin mevcut olmayabildiği, bazı hastanelerde ise burada adi geçmeyen başka birimlerin de bulunabildiği görülmektedir. Bu bilgilerin ışığı altında, hastane idaresinde bilgisayar kullanımının olumlu etkilerini daha iyi anlayabilmek için, tıbbi yönetimin üç grup halinde özetlenebilecek olan görevlerini biraz daha yakından tanımak yararlı olacaktır:

I. Yapısal görevler:

- Binalar içindeki düzenlemelerin, mobilya ve mefruşat ile donatımın, bütün ayrıntılar dikkate alınarak sağlanması
- Eldeki kapalı kullanım sahasından ve bu saha içindeki odalardan hangi birimlerin ne şekilde yararlanacaklarının tespiti
- Birimlerin çalışabilmeleri için gerekli olan tıbbi sistemlerin, alet ve teçhizatin temini, bunların daima işler halde tutulmaları
- Her türlü ihtiyacın, matbu tetkik formlarına ve reçete kağıtlarına varıncaya kadar düzenli olarak sağlanması.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Aslında en ideali, bu görevlerin, daha hastane binalarının yapımının planlanması safhasında, "Tıbbi Proje Danışmanlığı" hizmeti şeklinde başlatılmasıdır.

II. Fonksiyonel görevler:

- Birimlerin birbirleriyle, hasta ve hasta sahipleriyle, personel ile, yurt içinde ve dışında bulunan diğer hastanelerdeki benzer ünitelerle ilişkilerinin düzenlenmesi

- Her birimin kuruluş ve organizasyonunda, eleman, tıbbi teknoloji (araç-gereç) ve bilimsel yeterlilik açısından uyulması gereken asgari şartların tespiti, bu sırada herbir birimi diğerlerinden ayıran farklı özelliklere bilhassa dikkat edilmesi, buna göre:
  . personeli oluşturan bütün farklı eleman gruplarının,
  . her türlü tıbbi alet ve teçhizatın,
  . eldeki bütün bu imkanların entegrasyonu ile üretilecek olan tıbbi hizmetin

  uyması gereken asgari standartların (kalitenin) tespiti.

III. Denetleyici görevler:

- Hastaneyi oluşturan birimlerin, personelin ve üretilen hizmetin tespit edilmiş standartlara uygunluklarının daimi kontrolu

- Henüz bu standartlara ulaşılamamışsa, en kısa zamanda eksikliklerin giderilmesinin sağlanması

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- Zaman içinde ortaya çıkabilecek yeni yapısal ve fonksiyonel eksikliklerin veya sorunların büyümeden giderilmesi

- Birimlerarasi işbirliğinin yeterlilik yönünden değerlendirilmesi

- Çalışma ortamının, çalışanlara ve çalışılan konulara uygunluğunun araştırılması

- Herhangibir konuda şikayeti olan elemanlarin haklılık derecesinin incelenmesi, herşeyi daha iyiye götürmek için genel ve özel toplantılar düzenleyerek çalışanların fikirlerinin alınması.

İşte, tıbbi yönetim kadrosunun, yukarda tanımlanan görevlerini yerine getirmesi sırasında bilgisayarın hangi yönlerden işleri kolaylaştırabileceğini şöyle özetleyebiliriz:

Genel dönem çalışmaları seviyesinde:
---

a) Değerlendirme: Herbir Ünitenin ürettiği hizmetlerin, özelliklerine göre tek tek tanımlanarak standardize edilmeleri, kodlanmaları ve üretilen hizmetin birimi başına hastane içinde kullanılmakta olan:

1) Zaman (dakika)

. Vasıfsız eleman zamanı
. İdari eleman zamanı
. Hemşire zamanı
. Asistan doktor zamanı
. Öğretim görevlisi zamanı

2) Yer (m2)

. Birinci sınıf
. İkinci sınıf
. Üçüncü sınıf

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3) Malzeme

. Kullanımla yokolan (ilaç vb.)
  veya kullanıp atılan (enjektör vb.)

. Kullanımla eskiyen (demirbaşlar)

4) Enerji (elektrik, ısı)

4) Su ve diğerleri

şeklinde ayrıntılı kaynak kullanımı analizi yapılabilir. Kullanılan her kaynağın yarattığı masraf, miktarına ve birim kullanım fiyatına göre para olarak hesabedilmek suretiyle, her bir ünitenin hizmet maliyeti kantitatif olarak hesaplanabilir.

Ayni kaynak kullanımı analizi, o ünitede gerçekleştirilen her bilimsel araştırma için de uygulanabilir. Böylece, olağan hizmet üretimi sırasında elde edilen verilerin hangi ölçüde bilimsel çalışma ve yayınlara dönüştürülebildiği, ve hangi ölçüde bilimsel çalışmalar için özel ek kaynak kullanımına başvurulduğu tespit edilebilir.

Akla gelebilecek diğer her türlü analiz, eldeki verilerin çeşitli yonlerden bilgisayarla değerlendirilmesi ile benzer şekilde yapılabilir (verim analizi vb.). Hatta her bir tıbbi alet için dahi bu tip analizler mümkündür.

b) Karşılaştırma: Hastaneler hakkındaki her türlü bilginin, düzenli olarak veri bankaları (data-bank) şeklinde bilgisayar hafızasında toplanabildiği bir ülkede, hastane içindeki bütün ünitelerin kaynak kullanımlarını ve verimlilik derecelerini:

. kendi tanımladıkları standartlarla,

. bir önceki dönemde elde ettikleri değerlerle,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

. diğer ünitelerin değerleriyle,

. başka hastanelerdeki benzer ünitelerin değerleriyle,

bilgisayar yardımıyla karşılaştırmak mümkündür. Benzer karşılaştırmalar, hastaneler arasında, tıbbi aletler arasında ve hatta istenirse personeli oluşturan çalışan elemanlar arasında dahi yapılabilir (performans analizi).

c) Rapor: Dar anlamda her ünitenin, geniş anlamda her hastanenin, bilgisayarda toplanan verilere dayanarak, objektif analizlerle değerlendirilmelerinden sonra, bunları kullanarak, subjektif ölçütlerden arınmış dönem çalışma raporlarının hazırlanması mümkündür. Bu raporlar, yeni başlayan her dönem için, gerisinde kalınmaması gereken kriterleri teşkil ederek, yeni çalışmaların rasyonalizasyonunu teşvik edecektir.

Günlük çalışmalar seviyesinde:

a) İletişim: Hastanedeki üniteler ve hastaneler arasında, şifre koruması altında olmayan bütün bilgilerin bilgisayarlar yardımıyla karşılıklı olarak aktarılabilmesi, şifreli bilgilerin ise, sadece şifreyi bilen ve o bilgileri almasına izin verilmiş olanlar arasında aktarılabilmesi mümkündür.

b) Hasta-kabul: Hasta kayıt ve hasta giriş-çıkış işlemlerinin bilgisayarla yapılması, masrafların işlenip faturalaştırılması.

c) Muhasebe: Hastanenin genel ve özel muhasebesinin, maaş bordrolarının bilgisayarla takibi.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

d) Envanterler: Bütün malzeme ve ilaç envanterlerinin, herşeyin depolara giriş ve çıkışının bilgisayarla kontrolu, miktarı belli bir kritik seviyenin altına düşen şeylerin bilgisayarla tespiti.

e) Arşiv: Hastaların dosya (protokol) numaralarına göre, arzu edilen diğer çeşitli parametreler ve teşhisleri ile birlikte bilgisayara girilmesi, böylece oluşturulacak veri bankası yardımıyla, istenen her hasta hakkında, laboratuvar verileri de dahil olmak üzere, gerekli bütün bilgilerin ekrana veya kağıda dökümünün sağlanması.

f) Kütüphane: Gerek çalışılan hastanenin, gerekse diğer hastanelerin kütüphanelerinde, her konuda hangi kitapların ve dergilerin mevcut olduğunun bilgisayarla öğrenilmesi.

Bireysel çalışmalar seviyesinde:

Arzu eden bireylerin, çalıştıkları ünitedeki bilgisayarı veya kendi özel bilgisayarlarını kullanarak, çeşitli amaçlarla:

1. İsim-adres arşivleri
2. Hasta arşivleri
3. Kitap-dergi arşivleri
4. Belge arşivleri

gibi kendilerine ait veri bankaları oluşturabilmeleri, sık görülen bazı semptomları veya hastalıkları (basit algoritmlere indirgeyerek yazılabilecek) bilgisayar programları ile analiz edebilmeleri mümkündür. Ayrıca, çeşitli kelime-işlem, grafik, istatistik ve matematik programlarından yararlanarak, bilimsel çalışmalarını çok daha kısa zamanda ve hatasız olarak kağıda dökerek yayına hazır hale getirebi-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

lirler.
Gerektiğinde, kendilerine ait özel bilgisayar yardımı ile, evde oturdukları yerden hastane bilgisayarının veri bankalarına girebilirler, isterlerse oradan kendi bilgisayarlarına çeşitli bilgileri aktarabilirler. Hatta aynı iletişimi, üyesi oldukları ve kullanım ücretini ödedikleri çeşitli uluslararası veri bankaları ile de kurabilirler.

İşte bahsedilen bütün bu seviyelerde, bilgisayarların en akılcı çalışma ortamını sağlamaları, yapılan faaliyetlerin ve üretilen hizmetlerin objektif analizlerini mümkün kılmaları, kağıda kaleme gerek bırakmadan saniyeler içinde veri bankalarındaki bilgileri ekrana aktarmaları, çeşitli birimler ve merkezler arasındaki hızlı iletişimi gerçekleştirmeleri, mevcut bilgiler içinde değişmiş olanların yerine yenilerinin girilmesine ve güncelleştirmeye (update) imkan vermeleri, hepsinden önemlisi hatasız çalışmaları, birçok tıbbi aletin içinde artık fonksiyonları sağlayan, kendi kendini kontrol edebilen, yanlış ölçüm veya artefaktları doğru ölçümlerden ayırabilen bilgisayarlar bulunması, günümüzde tıp dünyasına çok yeni boyutlar getirmiştir. Hastane idareciliğinin de bu hızlı gelişmelerden derin bir şekilde etkilendiği görülmektedir.

Bu durumda, bilhassa tıbbi yöneticilik müessesinin yakın gelecekte çok daha radikalleşeceğini, mesela tıp öğrencilerinin dönem imtihanlarından hastane personelinin yemek zevklerine veya sosyo-psikolojik sorunlarına kadar hemen herşeyin, istendiğinde bilgisayarlarla takip edilebileceğini söylemek, hiç de kehanet olmayacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

SAĞLIK SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILAN KUYRUK PROBLEMLERİ VE BİR ÖRNEK

Dr. Rian Dişçi

İstanbul Tıp Fakültesi,
Halk Sağlığı Anabilim Dalı,
Çapa - İstanbul.

Özet:

Bu çalışmada, bekleme hattı (kuyruk) bilgisayar benzetim (simülasyon) modeli ile, İstanbul Tıp Fakültesi, Genel Nöroloji Polikliniği'nin hasta kabul politikası belirlenmeye çalışılmıştır. Genel Nöroloji Polikliniği benzetim modeline ilişkin PL/I dili ile bir bilgisayar benzetim programı hazırlanmıştır. Hazırlanan benzetim modeline göre, poliklinik yöneticileri ön gördükleri hasta yükü ve hekim sayısına göre, her blok sayısı ve bloklar arası randevu aralığına karşılık gelen poliklinik işleyiş göstergelerinin alacağı değerleri, hazırlanan bilgisayar benzetim programı vasıtasıyla elde edebilir ve kendilerine en uygun olan dinamik veya blok randevu programını seçerler.

Giriş

Kişi sağlığı ve halk sağlığı ile ilgili çeşitli büyüklükteki bütün birimleri (hastane, poliklinik, klinik, muayenehane laboratuvar, eczaneler...) birer sağlık sistemi olarak görmemiz mümkündür.

Sağlık sistemlerinin bileşenlerinin devingen olması, bu sistemlerde karar almamızı güçleştirmektedir. Devingen bileşenlerin sayısının artması, sistemin karmaşıklığını arttırmakta ve sistemin tanımlanması çözüme ulaştırılmasında analitik yöntemlerin kullanılmasını çok güç kılmaktadır.

Sistemin çözümlenmesinde, çeşitli alternatif karar sonuçlarının kestirilmesinde ve karşılaştırılmasında Yöneylem Araştırması yöntemlerini kullanmak kaçınılmazdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Sağlık sistemlerinde (çalışmamızda poliklinikler)hizmet isteminin,sistemin servis kapasitesini aşması,özellikle hastaların büyük çoğunluğunun (çalışmamızda tümünün) günün erken saatlerinde polikliniğe varmaları ve polikliniğin servise geç başlaması uzun kuyruklar oluşturmaktadır.Uzun kuyruklar hem hastalar,hemde poliklinik için problem olmaktadır.Hastaların varış şeklinin düzenlenmesi (bireysel veya blok randevu sisteminin uygulanması) kuyruk oluşumunu büyük ölçüde ortadan kaldırabilmektedir.

Sağlık sistemlerinin büyük bir bölümünde bekleme hatta problemleri ile karşılaşılmaktadır.Bunları şöylece sınıflamak mümkündür.

1- Poliklinik hasta kabul politikasının planlanması (1-5,8-10,12-15)
2- Ameliyathanelerin planlanması
3- Kliniklere ilişkin hasta kabul politikasının belirlenmesi
4- Doğumevlerinin planlanması
5- Radyoloji bölümlerinin planlanması
6- Fakülte eczanelerinin planlanması

Bu çalışmada,bekleme hatta (kuyruk) bilgisayar benzetim modeli ile,İstanbul Tıp Fakültesi,Genel Nöroloji Polikliniği'nin hasta kabul politikası belirlenmeye çalışılmıştır.Hastalara ilişkin bekleme süreleri ve hekimlere ilişkin boşkalma sürelerini eniyileyecek (optimize edecek) normal başvurulu hastalara ilişkin blok sayısı ve bloklar arası randevu aralığı belirlenmek istenmiştir.

Uygulama

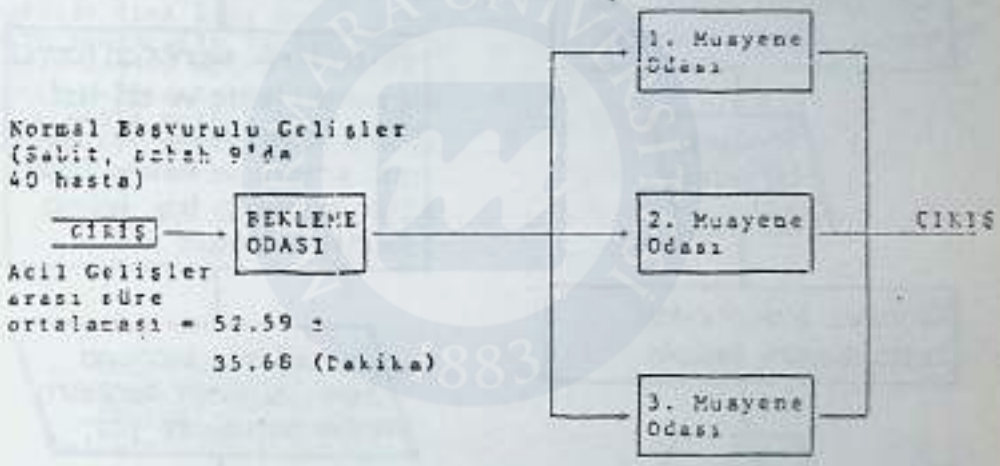
1- Benzetim Modelinin Kurulması ve Karakteristiklerinin Elde Edilmesi :

Genel Nöroloji Polikliniği'nde,bir poliklinik seansında ortalama 40 normal başvurulu hastaya ve acil hastalara, 3 hekim ile hizmet sunulmaktadır.Acil hastalar polikliniğe başvurduğunda ,hekimlerden birinin boş kalmasını beklemekte ve muayeneye girmektedir.Son normal başvurulu hastanın muayenesi bitiminde poliklinik seansı sona ermektedir.

Acil hastalara ilişkin gelişler arası süre dağılımı ile

muayene süresi dağılımının ve normal başvurulu hastalara ilişkin muayene süresi dağılımının belirlenmesi amacıyla 1986'nın ilk üç ayında, 63 acil ve 201 normal başvuru hastanın poliklinik içindeki hareketleri (muayeneye giriş ve çıkış saatleri) gözlenmiş ve söz konusu olgulara ilişkin dağılımlar elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemelerde bu dağılımların üstel dağılıma uygunluğu, Ki-kare uygunluk testi ile sınanmıştır. (6.11).

Sistemin işleyişi ve karakteristikleri şekil 1'de görülmektedir



Normal Başvurulu Hastalarda Ortalama Muayene Süresi = 16.28 dakika ± 11.47

Acil Hastalarda Ortalama Muayene Süresi = 17.40 dakika ± 12.07

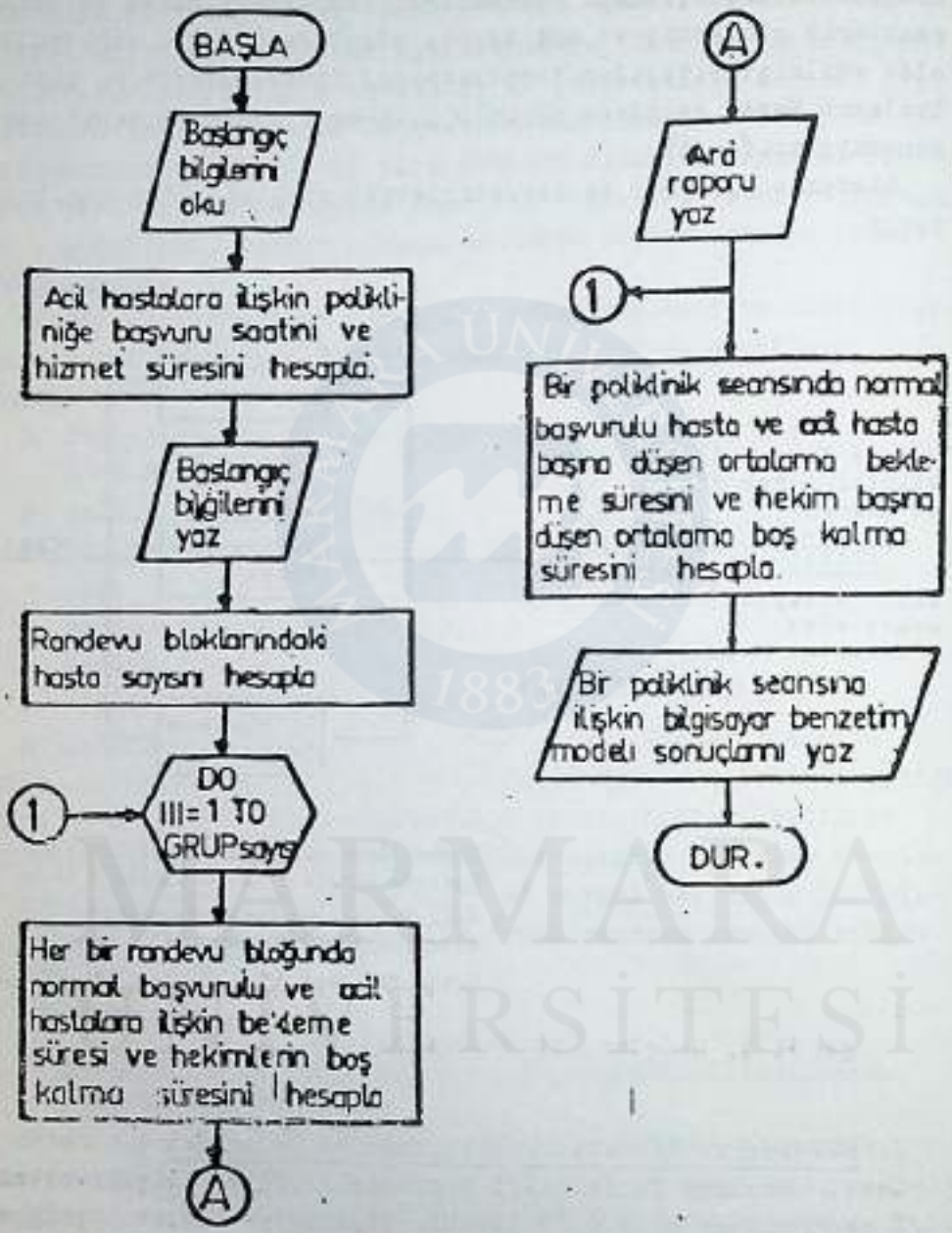
Hekim Sayısı = 3

Şekil 1. Modelin karakteristikleri.

2- Bilgisayar Benzetim Programının Hazırlanması :

Genel Nöroloji Polikliniği benzetim modeline ilişkin olarak PL/I programlama dili (7) ile bir bilgisayar benzetim programı hazırlanmıştır. Her bir koşuma ilişkin bilgisayar benzetim programının genel akış diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



ŞEKİL 2. Bir poliklinik seansının bilgisayar benzetim programının genel (major) akış diyagramı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3- Sistemin Mevcut Durumunun Simülasyonu Sonuçları :

```
***BILGISAYAR BENZETIM MODELI BASLANGIC BILGILERI***
HASTA SAYISI..... =  4.000000E+01
HEKIM SAYISI..... =  3.000000E+00
GRUP SAYISI ..... =  1.000000E+00
GRUPLAR ARASI RANDEVU ARALIGI..... =  0.000000E+00
NORMAL HASTALARA ILISKIN ORTALAMA MUAYENE SURESI =  1.628000E+01
ACIL GELISLER ARASI SURE ORTALAMASI ..... =  5.258598E+01
ACIL HASTALARA ILISKIN ORTALAMA MUAYENE SURESI.. =  1.740000E+01
****BILGISAYAR BENZETIM MODELI SONUCLARI****
HEKIMLERIN TOPLAM BOS KALMA SURESI..... =  0.000000E+00
HASTALARIN TOPLAM BEKLEME SURESI..... =  4.340755E+03
MURACAT EDEN ACIL HASTA SAYISI..... =  5.200000E+00
ACIL HASTALARIN TOPLAM BEKLEME SURESI..... =  9.706688E+01
HASTA BASINA DUSEN ORTALAMA BEKLEME SURESI ..... =  1.085200E+02
HEKIM BASINA DUSEN ORTALAMA BOS KALMA SURESI ..... =  0.000000E+00
ACIL HASTA BASINA DUSEN ORTALAMA BEKLEME SURESI. =  6.930333E+00
POLIKLINIK SEANSI SURESI..... =  2.569355E+02
```

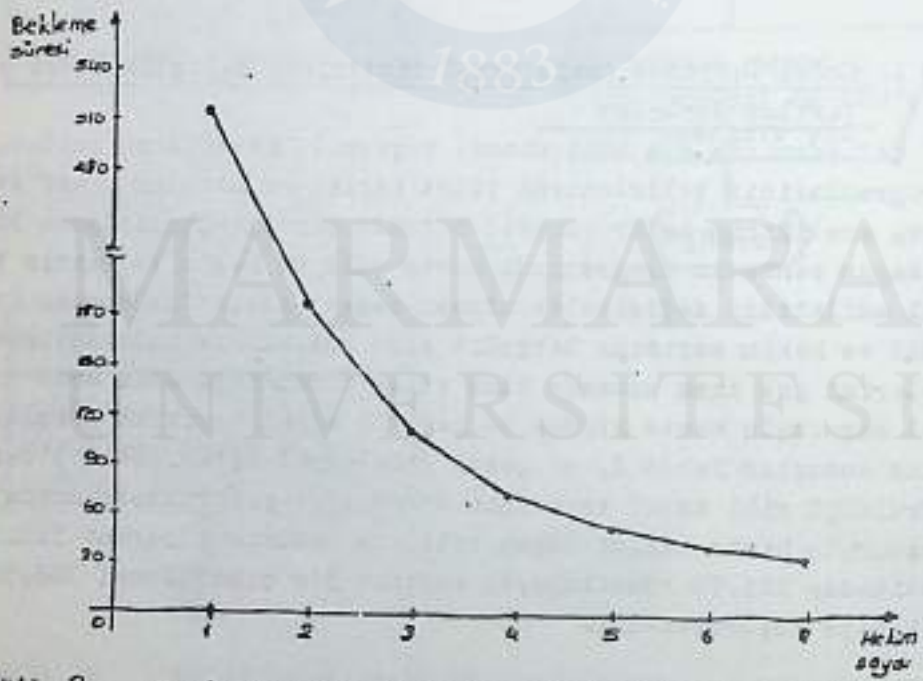
4- Model Üzerinde Hasta Kabul Sisteminin Geliştirilmesi ve Verilen Sonuçlar :

Çalışmamızda ana amaç normal başvuruylu hastaların randevu programlarının belirlenmesi (blok sayısı ve bloklar arası randevu aralığının belirlenmesi) olmakla birlikte, hazırlanan bilgisayar benzetim programında hasta yükü ve hekim sayısının kontrol edilebilir değişkenler olması nedeni ile, belirlenecek hasta yükü ve hekim sayısına karşılık olan poliklinik işleyişi göstergelerini çok kısa zamanda elde etmek mümkündür. 40'a eşit normal başvuruylu hasta yüküne ve çeşitli kanal sayısına karşılık olan sonuçlar Tablo 1. ve Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'den de görüldüğü gibi kanal sayısının 1'den 2'ye çıkarılması, normal başvuruylu hasta başına düşen ortalama bekleme süresini 510.31 dakikadan 185.70 'dakikaya, bu sayının 3'e çıkarılması 108.52' dakikaya düşürmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TABLO 1. Grup Sayısı = 1 Olduğunda, Çeşitli Hekim Sayısına (Servis Kanalları) İlişkin Bilgisayar Benzetimi Programı Sonuçları

Hekim Sayısı	Normal Başvurulu Hasta Başına Düşen Ortalama Bekleme Süresi	Acil Hasta Başına Düşen Ortalama Bekleme Süresi	Hekim Başına Düşen Ortalama Boş Kalma Süresi	Poliklinik Seansı Süresi	Hizmet Sunulabilen Acil Hasta Sayısı
1	510.31	21.67	0.0	1039.97	23.0
2	185.70	9.34	0.0	398.44	8.2
3	108.52	6.93	0.0	256.84	5.2
4	74.77	4.93	0.0	173.92	3.3
5	55.98	3.20	0.0	151.31	3.0
6	43.80	1.70	0.0	140.23	2.3
7	35.40	1.54	0.0	111.83	2.2



ŞEKİL 3. Çeşitli Kanal Sayısına (Hekim sayısı) Karşılık Gelen Normal Başvurulu Hastalara İlişkin Ortalama Bekleme Süreleri

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

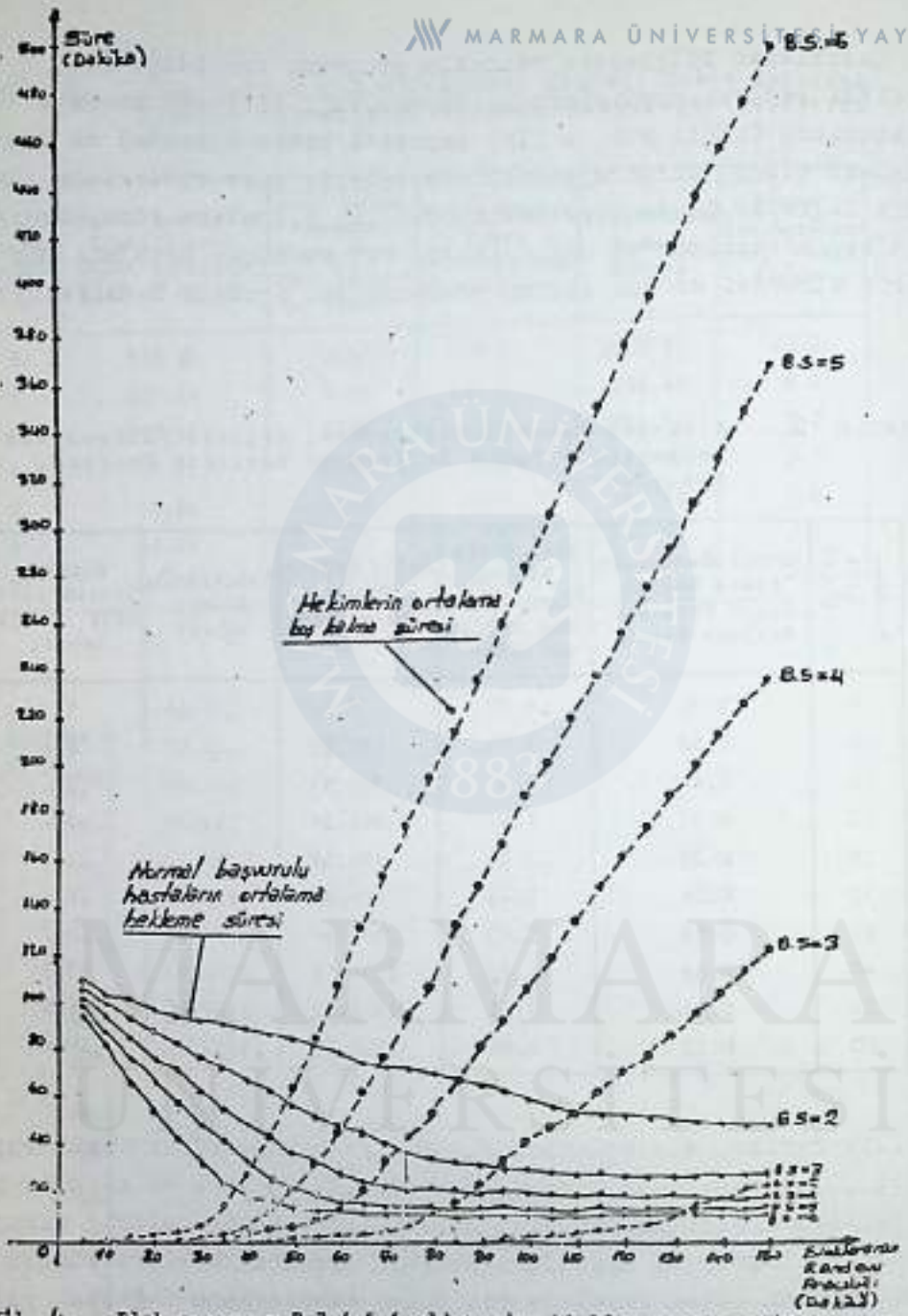
Hazırlanan bilgisayar benzetim programı aracılığı ile, çeşitli randevu aralıklarının uygulandığı bireysel randevu sisteminde (hasta yükü = blok sayısı) hekim sayısı=3 ve hasta yükü=40 olduğu durumda,poliklinik işleyiş göstergelerinin alacağı değerler Tablo 2'de verilmiştir.Bu bulgulara göre,bireysel randevu sisteminde en uygun (hekim başına düşen ortalama boş kalma süresini en aza indirgeyen) randevu aralığı 5 dakikadır.

TABLO 2. Bireysel Randevu Sisteminde, Çeşitli Randevu Periyodlarına İlişkin Bilgisayar Benzetim Programı Sonuçları

Randevu Aralıkları (dakika)	Normal Başvurulu Hasta Başına Düşen Ortalama Bekleme Süresi	Acil Hasta Başına Düşen Ortalama Bekleme Süresi	Hekim Başına Düşen Ortalama Boş Kalma Süresi	Poliklinik Sıranı Süresi	Hizmet Sunulabilen Acil Hasta Sayısı
5	28.34	6.87	7.72	272.45	5.3
10	2.52	3.75	135.29	413.47	8.4
15	0.45	3.4	303.97	606.50	12..
20	0.37	2.64	467.29	794.39	17.4
25	0.29	3.16	631.58	1000.13	21.6
30	0.24	2.43	809.06	1183.56	24..
35	0.16	2.60	980.37	1380.38	28.2
40	0.31	2.92	1154.37	1580.03	31.6
45	0.09	1.18	1326.02	1764.16	35.2
50	0.11	1.36	1506.72	1964.06	38.6

Blok randevu sisteminde ise,yine hasta yükü=40 ve hekim sayısı 3 olduğu varsayımıyla,blok sayılarının 2,3,4,5 ve 6 ve blokların arasına randevu aralıklarının 5,10,15,20,...150 dakika olduğu durumlarda,normal başvurulu hastalara ilişkin ortalama bekleme süresi ve hekim başına düşen ortalama boş kalma sürelerinin değişimi şekil 4' de gösterilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



ŞEKİL 4. Blok sayısı = 2,3,4,5,6 olduğunda, bloklar arası randevu aralığı ile normal başvurulu hastaların ortalama bekleme süresi ve hekimlerin ortalama boş kalma süresi arasındaki ilişki.

* B.S.= Blok Sayısı

Blok sayısının 2 olduğu durumda en uygun bloklar arası randevu peryodu (hekim boşalma süresini ve hasta bekleme süresini birlikte eniyileyen) 150 dakikadır. Blok sayısı 3 olduğunda bu değer (90-95)dakika, 4 olduğunda (65-70) dakika, 5 olduğunda (50-55)dakika ve 6 olduğunda (35-40) dakika olmaktadır.

Poliklinik yöneticileri, öngördükleri hasta yükü ve hekim sayısına göre, her blok sayısı ve bloklar arası randevu aralığına karşılık gelen poliklinik işleyiş göstergelerinin alacağı değerleri, hazırlanan bilgisayar benzetim programı aracılığı ile elde edebilirler. Elde edilen verilere göre, yöneticiler kendilerine en uygun olan bireysel veya blok randevu programını seçerler.

Sonuç olarak, hazırlanan bilgisayar benzetim programında, hasta yükü, hekim sayısı, blok sayısı, bloklar arası randevu peryodu değişkenlerinin denetlenebilir olması, hekim sayısının belirlenmesi, bireysel ve blok randevu programlarının düzenlenmesi işlemlerine olanak sağlamaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

1. Bailey,N.T.J.: A study of queues and appointment systems in hospital out -patient departments, with special reference to waiting- times., J.Roy.Stat.Soc.Series B (Methodological), 14, 185-199, (1952).
2. Canter,E.W.: Timely cure for scheduling ills, Industrial Engineering, 36-39, September, (1976).
3. Fassauer,H.,Hlubna, D.E.,Gitt,H.A.: Ergebnisse einer wartezeitanalyse in der kieferchirurgischen ambulanz einer Universitatsklinik, Stomatol DDR, 29(6), 460-468 , Jun, (1979).
4. Fetter,R.B.,Thompson,J.D.: The simulation of hospital systems, Operations Research,13, 689-711, (1965).
5. Fries,B.E.,Ginsberg,A.S.: The effect of delay rules in controlling unscheduled visits to hospitals., Med. Care,17(9), 967-972, (1979).
6. Halaç,O.: İşletmelerde Simülasyon Teknikleri, İstanbul Matbaası, İşletme Fakültesi Yayın No: 130, İstanbul, (1982), s.13.
7. I.B.M.: OS and DOS PL/I Language Reference Manual, U.S.A., September,(1984).
8. Rising,E.J.,Baron,R.,Averill,B.: A system analysis of a university health - service outpatient clinic, Operations Research, 21 (5), 1030-1047, (1973).
9. Soriano,A.: Comparison of two scheduling systems, Operations Research, 14 388-397, (1966).
10. Stafford,E.F.JR.,Aggarwal,S.C.: Managerial analysis and decisionmaking in outpatient health clinics, J.Oper.Res.Soc., 30(10), 905-915, (1979).
11. Velicangil,S.: Biyoistatistik, Filiz Kitabevi, Istanbul, (1984), s.130.
12. Vogel,L.C.,Dissevelt,A.G.,Sjoerdsma, A.C.,Swinkels,W.J., M.Odgo, H.O.: I.An operational study in the outpatient department of Machakos Hospital (1968), Trop Geogr.Med., 31(13) pesuppl.5-22, Sep., (1979).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

13. Vogel1, L.C., Sjoerdema, A.C., Swinkels, W.J., M'Digo, H.O.: II. Operational experiments in outpatient department (1970-1972), Trop.Geogr.Med., 31 (3) peuppl.23-31, Sep., (1979).

14. Welch, J.D., Bailey, N.T.J.: Appointment systems in hospital outpatient departmets, Lancet 2, 1105-1108 (1952).

15. Zein, A.: Operational study of the outpatient department at the public health college hospital at Gondar, Ethiopia, Ethiop.Med.J., 16 (2), 45-52, (1978).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2000 YILA İÇİN İSTANBUL İLİ SAĞLIK TESİSLERİ PLANLAMASI

Vedia Dökmeci
İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

1. Giriş

Bu çalışmada, İstanbul ili sınırları içindeki sağlık tesislerinin optimum dağılımı, toplumun sosyo-ekonomik özellikleri göz önüne alınarak taleple dengeli olarak planlanmıştır. Mevcut tesislerin talebe göre dengesiz dağılımı ve bazen gereksiz tekrara sağlık tesislerinin bölgesel planlanmasını gerekli kılmaktadır. En geniş anlamıyla, sağlık tesislerinin bölgesel planlanması, tesislerin birbirlerini tamamlayıcı şekilde koordinasyonu ve talebe göre dengeli dağılımı demektir. Koordinasyon, sağlık tesisleri sisteminin çeşitli seviyelerindeki tesislerin birbirini fonksiyonel olarak desteklemesini ve dolayısiyle kaliteli sağlık bakımı elde edilmesini sağlar. Bu nedenle, kendi kendine yeterli bir bölgede tesislerin coğrafi olarak dengeli dağılımı için elverişli ortam hazırlar.

Sağlık tesislerinin planlanmasına ayrılan bütçe dahilinde sınırlı olduğuna göre, toplumun sağlık ihtiyaçlarının en ekonomik olarak karşılanması gerekir. Bu nedenle, tesislerin hem etkin olması, hem de talebe göre dengeli olarak dağılımlarının sağlanması planlamada amaç olarak alınmıştır. Bir şehir, homojen olmayan yaygın bir yerleşim alanı olarak kabul edilirse, kamu tesislerinin yer seçimi problemi, bu talep dağılımına hizmet edecek birkaç tesisin yerinin optimum olarak tayini şeklinde tarif edilebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yer seçimi problemlerinin ilk bilinen çözüm yolu Torricelli tarafından koordinatları ve ağırlıkları verilen üç nokta için 17. Yüzyılda verilmiştir. Daha sonra çeşitli matematikçiler bu çözüm yolunu geliştirmişlerdir (Bkz. Zacharias (1931)). 1930'lardan istatistikçiler bu konuya ilgi göstermişlerdir (Örneğin, Dalls (1930), Ross (1930) ve Bortes (1930) gibi). Daha sonra, 1950'lerde ve 1960'larda coğrafyacıların bu konuda araştırma ve yayın yaptıklarını görüyoruz (Court (1954), Hart (1954) ve Porter (1963)). Son zamanlarda ise kamu tesislerinin yer seçimi konusunda yapılan yayınların sayısı çok artmıştır. Sağlık tesisleri planlaması bunların içinde gelmektedir. (Bkz. Lea(1973), Revelle, Marks ve Liebman (1970), Scott(1970), Tisse (1972)). Bütün bu çalışmalar incelendiğinde görüleceği üzere, şimdiye kadar bu konuda verilen çözüm yolları çok geniş bir spektrum kaplar. Örneğin, elektrik benzetim modelleri (Hitchings (1969)) ve Computer teknikleri (Hellman (1965), Kuhn ve Kuenne (1962) ve Tornqvist, Nordbeck,Rystadt ve Gould(1971)) bunlar arasındadır.

Sağlık Tesislerinin planlaması, bunların optimum olarak sayılarının, yerlerinin ve hizmet alanlarının tayinini gerektirir. Bu konuda çok çeşitli yaklaşımlar vardır. Tesislerin bir alanda optimum yer seçimi (Cooper (1963)) yahut mümkün olan noktaların arasından en uygun olanlarının seçimi (Revelle ve Swain (1970)) şeklinde problem birbirinden farklı biçimlerde ele alınabilir. Araştırmacıların çoğu yer seçimi problemlerini statik olarak tarif etmekle birlikte dinamik olarak inceleyenler de vardır (Bkz. Sheppard (1974)).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu makalede, İstanbul İli içindeki sağlık tesislerinin optimum yeri ve bunların hizmet alanları Cooper Heuristiği kullanılarak tayin edilmiştir. Bu arada, sağlık tesislerinin bir sistem oluşturduğu kabul edilmiştir. Bu sistem, en aşağı seviyede sağlık ocaklarından başlamak üzere, dispanserler, Genel hastaneler ve tıp fakültesi hastanelerinden ibarettir. Şehirdeki herbir yerleşim ünitesindeki talep bilindiğine göre problem, yerleşim ünitelerine ağırlıklı uzaklıklara toplamı minimum olan m noktasının optimum yerini tayin etmektir. Problem, bir sonraki kısımda formüle edilmiştir. Şehrin her tarafı yerleşilebilir alan kabul edildiğine göre sonsuz sayıda yer, yer seçimi için başlangıçta söz konusudur. Daha sonra ise modelin uygulanmasından sonra elde edilen sonuç, çevredeki hazine yahut belediye arsalarına göre adapte edilecektir.

Uzaklıkların Öklit metriği ile ölçüldüğü bir alanda yer seçimi problemi doğrudan doğruya çözümü zor olan non-lineer bir amaç fonksiyonunun çözümünü gerektirir. Bu nedenle, Böristik bir çözüm yöntemi kullanılmıştır ve bu üçüncü kısımda açıklanmıştır. Araştırmanın sonucu ve geliştirilmesi için yapılan öneriler beşinci kısımda verilmiştir.

2. PROBLEMİN TARİFİ

Yerleşim ünitelerinin koordinatlarının bilindiğine göre hizmet merkezlerinin yerleri minimum uzaklık kriterine göre optimum olarak tayin edilecektir. Bu çalışmada, bu problem alanda optimum yer seçimi problemi şeklinde formüle edilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. MODEL

Sağlık tesislerinin yerlerinin optimum tayini probleminin çözümü için kullanılan Cooper höristiği aşağıda açıklanmıştır:

1.P setinin n tane yerleşim ünitesi noktasından oluştuğunu kabul edelim.P_j,yani $P=(P_j \mid j=1,\ldots,n)$.Burada,$P_j$ nin kartezyen koordinatları$(x_D ; y_D)$ dir.Bu set içinde önce optimum alt setlerin tayini gerekir.Bu amaç için aşağıdaki yol izlenebilir.Birbirine en yakın $P_a$ve P_b noktaları seçilir.P_a ve P_b nin diğer noktalara olan uzaklıkları toplamı hesaplanır.Bunların hangisi küçük ise o göz önüne alınır.Yani,eğer

$$\sum_{j=1}^{n} d_{a_j} \quad \sum_{j=1}^{n} d_{b_j} \quad \text{ise } P_b \text{ göz önüne alınır.}$$

Burada $d_{a_j} = \left[(x_{Da} - x_{D_j})^2 + (Y_{Da} - Y_{D_j})^2\right]^{1/2}$ dir.

Bu işlem birer birer diğer noktalar için de yani,n-m defa tekrar edilir.Sonuç olarak,m tane noktadan ibaret P hizmet merkezleri seti elde edilir.Bu noktalar daha sonra, optimum alt setleri tayin etmekte kullanılacaktır.

2. P_{n-m} seti içindeki herbir nokta,P_m seti içindeki bir noktaya minumum uzaklık kriterine göre bağlanır.Bu işlemin sonunda m tane alt set elde edilir.Her bir altseti için hizmet merkezlerinin yeri aşağıdaki denklem çözülerek bulunur:

$$\text{Min } z_u = \sum_{J \in Qu} B_j \left[(x_{Dj} - x_u)^2 + (Y_{P_j} - Y_u)^2\right]^{1/2} \quad (1)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Burada

z_u u seti içindeki hizmet merkezinin yerleşim Ünitelerine ağırlıklı uzaklıkları toplamı

x_u, y_u u seti içindeki hizmet merkezinin bilinmeyen koordinatları.

Bu denklemin x veya Y'e göre birinci derece türevleri aşağıda verilmiştir:

$$\frac{\partial z_u}{\partial x_u} = \sum_{j \in Q_u} \frac{B_j \left(X_{D_j} - X_u \right)}{\left[\left(X_{D_j} - X_u \right)^2 + \left(Y_{D_j} - Y_u \right)^2 \right]^{1/2}} ; \qquad (2)$$

$$\frac{\partial z_u}{\partial y_u} = \sum_{j \in Q_u} \frac{B_j \left(Y_{D_j} - Y_u \right)}{\left[\left(X_{D_j} - X_u \right)^2 + \left(Y_{D_j} - Y_u \right)^2 \right]^{1/2}} .$$

Burada, $Q_u, u = 1, \ldots, m$ tane alt set vardır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Daha önce,Kuhn ve Kuenne (1965) tarafından gösterilmiş olduğu üzere,(1) denkleminin minimum değerlerinin elde edilmesi için sadece (2) denklemlerinin çözümü gerekli ve yeterlidir.Bu denklemlerin kapalı formda çözümü olmadığı için iterative bir çözüm tekniği geliştirilmiştir (Bkz. Cooper (1963),Kuhn ve Kuenne (1962),ve Michle (1958)).Bu tekniğe göre (2) denklemleri aşağıdaki itecative denklemler yardımı ile çözülebilir.Bunlar

$$x_u^{k+1} = \frac{\sum_{JEQu} \frac{B_j X D_j}{D_j^k}}{\sum_{JEQu} \frac{B_j}{D_j^k}} \quad ; \quad Yu = \frac{\sum_{JEQu} \frac{B_j Y_{D_j}}{D_j^k}}{\sum_{JEQu} \frac{B_j}{D_j^k}} \qquad (3)$$

Burada $D_j = \left[(X_{D_j} - X_u)^2 + (Y_{D_j} - Y_u)^2 \right]^{1/2}$ olarak alınmıştır.

x_u, y_u ve D_j üzerindeki indisler iterasyon parametreleri olarak kullanılmaktadır.Koordinatların ağırlıklı ortalama değerleri ile iterasyona başlanıldığı taktirde çabuk sonuç alındığı(konverj olduğu) görülüyor.Koordinatların ağırlıklı ortalama değerleri aşağıda verilmiştir:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$X_u^o = \frac{\sum_{JEQu} B_j X_{Dj}}{\sum_{JEQu} B_j} \quad ; \quad Y_u^o = \frac{\sum_{JEQu} B_j Y_{Dj}}{\sum_{JEQu} B_j} \qquad (4)$$

(2) denklemleri,(3) denklenleri vasıtasıyle ve(4) iterasyona başlangıç değerleri kullanılmak suretiyle çözülebilir. Böylece, herbir altset için hizmet merkezlerinin koordinatları geçici olarak tayin edilir.

3. Bu adımda ise, herbir altset içindeki noktanın hangi hizmet merkezine daha yakın olduğu minimum uzaklık kriterine göre irdelenerek herbir hizmet merkezine alt alt set yeniden tesbit edilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Herbir yeni nüfus artışı için hizmet noktalarının koordinatları 3. adımda tarif edilen teknik ile tayin edilir. Bu süreçte, hizmet merkezlerinin koordinatlarında hiçbir değişiklik olmayana kadar devam edilir. Böylece, sağlık tesislerinin optimum yerleri ve onların hizmet edeceği optimum nüfus tayin edilmiş olur. Bu süreç, herbir sağlık tesisi seviyesi için seviyeler arasındaki ilişkiler gözönüne alınarak tekrar edilir(Bkz. Dökmeci(1979)).

4. SAYISAL UYGULAMA

Bu çalışmada açıklanan model, İstanbul ili sınırları içinde sağlık tesislerinin optimum yerlerini tayin etmek için kullanılmıştır. Mevcut sağlık tesislerinin kapasiteleri ve gelirin 2000 yılındaki ihtiyaç ve gelişme oranları göz önüne alınarak yeni tıp fakülteleri kompleksi önerilmiştir. Bunlar, Bakırköy'deki büyük ihtiyaç açığını kapatmak üzere Bakırköy'den başlamak üzere, Beşiktaş ve Boğaz semtlerinin ihtiyacını karşılamak üzere Etiler'de, Üsküdar ve Kadıköy'ün yeni gelişen semtlerine hizmet etmek üzere Altunizade'de, ve büyük gelişme potansiyeli gösteren Kartallar önerilmiştir. Genel hastane olarak modelin ortaya koymuş olduğu sonuçlara göre ise, yine Bakırköy'de, Sarıyer'de, Kartal'da, Beykoz'da, Çatalca ve Silivri'de yeni hastaneler önerilmiştir.(Bkz. Tanyolaç (1987)).

Halen mevcut 62 sağlık ocağı ise sayılarını 100'e çıkartılarak model yardımı ile ilçelerdeki dağılımı yapılmıştır. Modelin sonuçlarına her seferinde İrsaine ve belediye meclislerinin görüşleri sorulmuştur. Ayrıca bu görüşmeler yapılırken, ulaşım ekseninin önemine dikkat çekilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

6. SONUÇ

Bu çalışmada, İstanbul ili sınırları içinde sağlık tesislerinin optimum yerleri sağlık ihtiyacı göz önüne alınarak ve Cooper hüristik tekniği ve Dökmeci modeli kullanılarak optimum olarak tayin edilmiştir. Modelin sonucu çevre şartlarına göre elde edilmiştir. Bilhassa bugüne kadar ihmal edilmiş olan gecekondu bölgelerine öncelik verilmiştir. Nüfusu az olduğu için sağlık tesisleri ekonomik olarak götürülemeyen küçük köyler için gezici sağlık hizmetinin sağlanması önerilmiştir.

Modelin esnek, bir yönden talebe göre tesislerin dengeli örgütlenmesine sağlarken diğer yönden planlayıcı ekonomik olarak karar vermesinde yardımcı olmaktadır. Böylece, kişisel kayıpların çok, toplum çıkarlarının daha uygun karar vermek mümkün olabilecektir. Ayrıca, bu model diğer kamu tesislerinin yer seçiminde de pirnsiplere faydalı olabilir.

KAYNAKLAR

1. R. Bellman (1965), 'An Application of Dynamic Programming to Location-allocation Problems, SIAM Rev. 7, 126-128.
2. L. Cooper(1963), 'Location-allocation Problems,' Operations Research, 11, 331-343.
3. _____,(1968) 'An Extension of the Generalized Weber Problem, J. Regional Science, 8, 181-197.
4. A. Court (1964) 'The Elusive Point of Minimum Travel', Ann. Assoc. American Geographers 54, 400-403.
5. V. Dökmeci (1977)'A Quantitative Model to Plan Regional Health Facility Systems,' Management Science ,24,411-420
6. J.F. Hart (1954),'Central Tendency in Areal Distributions,' Economic Geography 30, 48-59.
7. G.G. Hitchings (1969),'Analogue Techniques for Optimal Location of a Main Facility in Relation to Ancillary Facilities,' Int. J. Production Research ,7, 189-197.
8. H.W. Kuhn and R.E. Kuenne (1962),'An Efficient Algorithm for the Numerical Solution of the Generalized Weber Problem in Spatial Economics, ' J. Regional Science, 4, 21-34.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

9. A.C. Lea (1973), 'Location-Allocation Systems: An Annotated Bibliography,' Discussion Paper No. 13, Dept.of Geography, University of Toronto.

10. C. Lindberg (1953) 'An Economic-Geographical Study of the Localization of the Swedish Paper Industry, Geografiska Ann. 35, 26-40.

11. P.W. Porter (1953),'What is the Point of Minimum Aggregate Travel ? Ann. Assoc. American Geographers, 53, 224-232.

12. C.S. Revelle et. al. (1970), 'An Analysis of Private and Public Sector Location Models,' Management Science, 16, 692-707.

13. F.A. Ross (1930), 'Editor's Note on the Center of Population and Point of Minimum Travel,' J. American Statistical Assoc. 25, 447-452.

14. A.J. Scott (1970),'Location-allocation Systems: A Review,' Geographical Annals, 2, 95-119.

15. E.S. Shepperd (1974),' A Conceptual Framework for Dynamic-Location-allocation analysis,' Environment and Planning A, 6, 547-564.

16. Ş. Tanyolaç, V.Dülmeci, Temel Dağoğlu ve Feyzi Gömert, '2000 Yılı için İstanbul İli Sağlık Tesisleri Planlaması,' Boğaziçi Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi,Mayıs,1987.

17. J.F. Tisse (1982),'Où Construire les Equipment Collectifs,' Recherches Economiques de Louvrin, 48, 211-217.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

EXSYS VE dBASE III ORTAK KULLANIMI İLE DENGELİ BESLENME DİYETİ ÜRETİLMESİ

Yrd.Doç.Dr.Halil Şengonca Araş.Gör.Aydan Aras

E.Ü.Müh.Fak.Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Yapay Us tekniklerinin uygulanması, tekniklerin gerektirdiği bilgiyi kullanılabilir ve değerlendirilebilir hale getiren uzman dizgelerle daha kolay hale gelmiştir.

Bu bildiride genelleştirilmiş bir uzman dizge paketi olan EXSYS'den söz edilecektir. EXSYS kullanılarak, belli bir konuda kullanıcıya bir dizi soruler sorup, bu sorulardan edindiği bilgileri değerlendirip sonuca ulaşabilecek Uzman Dizgeler geliştirilebilir. Amaç, bilgisayarın sonuca ulaşması için gerekecek tüm bilgileri, bir uzmanın sorduğu biçimde soruları sorarak elde edip, bu bilgilerle mantıklı bir sonuca erişmesini sağlamaktır. Kimi zaman ulaşılmak istenen sonuç için EXSYS'in olanakları yeterli olmayabilir. Bu durumda bir takım işlemler dışarıdan çağrılan programlarla, veri elde edilmesi ve hesaplama amacı ile kullanılabilirler ve yine EXSYS'in ürettiği bilgiler çözümlemek üzere bu programlara iletilebilirler. Bu tür bir bilgi alışverişinin gerçekleştirilmesi dBASE III Veri Tabanı Uygulama Paketi kullanılarak gösterilecektir. Bu uygulamada amaç, bir diyetisyenin diyet yapması gereken kişiye sorduğu türden sorularla, o kişinin çeşitli özelliklerini, zevk ve kısıtlamalarını öğrenip, ki bu kısım EXSYS ile gerçekleşecektir, elde edilen bilgileri dBASE III'de bulundurulan bir Besin Veri Tabanı üzerinde kullanan bir programa iletmektir. Bu program elde edilen bilgilere dayanarak o kişiye uygun bir beslenme diyetini veya bir grup diyeti üretecektir.

1.YAPAY US

Bilgisayar Bilimlerinin gelişmekte olan yepyeni dallarından Yapay Us, bilgisayarları bir şekilde insan zekası gerektiren işleri başarabilecek hale getirmeyi amaçlayan bir çalışma alanıdır. Yapay Us tekniklerinin çözümlemeye çalıştığı problemler de insan zekasının yardımı olmadan çözülemeyecek türdendir. Tekniğin ana noktası bir konudaki bilginin belli yöntemlerle çözümlenip, belli standartlara göre ifade edilmesinden sonra, o konudaki problemlerin çözümlenme-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

sinde kullanılmasıdır. Yapay Us uygulamalarının belirgin özellikleri arasında şunlar sayılabilir: Simgesel İşlemler, Dinamik İşletim, Yüksek Düzeyde Paralel ve Dağıtılmış İşlem Potansiyeli, Hesaplamalarda yer alan Stokastik işlemler, her an değiştirmeye ve eklemelere uğrayacak bir Bilgi Birikimi, bu birikimin tanımlanması, bir anlamda öğrenilmesi ve kullanılması.

Kullanılacak olan bilginin sezgisel, değişken ve kesin olmayan karakteri ve kimi zaman belli sınırları zorlayacak şekilde çok ve çeşitli olması, Yapay Us konusundaki en önemli problemlerdendir. Başından beri, bu konu üzerinde çalışan bilim adamlarının amacı bir anlamda düşünebilen bilgisayar programları geliştirmek olmuştur. Böyle programların, eğer bir insan tarafından çözülseydi, akıllıca yani bir düşünce faaliyeti sonucu çözüldüğü söylenebilecek problemleri çözebilmesi hedeflenmektedir. Bu şekilde "akıllı" bir programı üretebilmek için bu programın çözeceği problem alanında, yüksek düzeyde ayrıntılı ve belirli bir bilgi üzerinde çalıştırılması gerekmektedir. Böyle bir gereksinim, belli sınırlarla çerçevelenmiş bir problem sahasında etkin olabilen, özel amaçlı bilgisayar programlarının geliştirilmesine yol açmıştır.

2. UZMAN DİZGELER

İçerisinde bilgiyi ve bu bilginin bir uzman tarafından düşünülerek kullanılacağı ve değerlendirileceği biçimde işlenmesini sağlayan yapıları bulunduran programlar, Uzman Dizgelerdir. Uzman Dizge'nin kullanıcı ile karmaşık konularda sıkı bir iletişim içerisinde olması gerekir. Amacı, uzmanlık durumundaki kişiye belli oranda destek sağlamaktır. Özellikle, düşünmenin daha çok matematiksel değil de mantıksal sonuçlara amaçlı olduğu problemlerde bu araç etkin olarak kullanılabilmektedir.

Uzman Dizge kullanımında gerçekleştirilmek istenen, belli bir sahada uzmanlaşmış kişinin, olabildiğince kapsamlı fakat belirli sınırlara uzanan bir bölümünü içeren bir Bilgi Tabanı oluşturmak ve bu Bilgi Tabanını uzmanın kullanacağı biçimde kullanıp değerlendirmektir. Burada Bilgi Tabanı deyimi bildiğimiz Veri Tabanı deyimi ile karıştırılmamalıdır. Uzman Dizgelerde kullanılan bilginin türü normal veriden farklı olduğundan bilgi birikimine Bilgi Tabanı adı verilmiştir. Örneğin Tıp alanında gerçekleştirilen bir Uzman Dizge'nin hastalık teşhisinde kullanılması ele alınabilir. Bilgi

Tabanında hastalıklar ve belirtileri verilmiştir. Program belli bir hastada görülen belirtileri değerlendirerek hastalığın ne olduğunu bulmaya çalışmaktadır. Tabii belli bir hastada görülen belirtilerin uzman tarafından programa veri olarak girilmesi gerekir. Uzman Dizge sonuca ulaştığında en azından en fazla olasılığı taşıyan birkaç hastalığı belirleyebilir.

© MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Son yıllarda Tıp dışında pek çok değişik alanda da Uzman Dizge' program paketleri geliştirilmiştir. Bunların arasında İdari İşlemler Gelir Vergisi İşlemleri, Çalışma Programları, Petrol ve Maden Araştırmaları ve çeşitli Teknoloji problemleri sayılabilir. Bu uygulamaların bir kısmı halen araştırma aşamasında, bir kısmı ise piyasada satışa sunulmuş durumdadır. Pek çoğu mini ve mikrobilgisayarlar üzerinde çalışmaktadır.

Kullanıcıları ile karşılıklı konuşmaya girmelerinin gereği olarak Uzman Dizgelerin etkileşimli bir yapısı vardır. Bilgileri değerlendirip sonuca ulaşmaları, ancak kendi bilgisini onlarla paylaşan bir uzman yardımı ile gerçekleşebilir. Ayrıca Uzman Dizge bir sonuca ulaştığında, bu sonuca nasıl ulaştığını açıklayabilecek bir yapıda olmalıdır. Bu açıklamanın yapılış şekli de önemlidir. Çünkü bu çeşit bir tepki insan makine iletişiminde büyük bir yardım sağlayacaktır. İnsanlar düşüncelerini başkaları ile paylaşırken ve kendi içlerinde mantık yürütürken belli bir dil kullanırlar. Uzman Dizgeler de insan düşünce mekanizmasının bir benzetişimini amaçladıklarına göre, kullanıcı ile iletişimde konuşma diline benzer bir dil kullanmaları doğal olacaktır. Uzman Dizge bir sonuca vardığında örneğin sadece "neden?" diye soran bir kullanıcıya, onun verdiği hangi bilgiye dayanarak bu sonucu elde ettiğini, takip ettiği adımlar zincirini belirterek açıklamalıdır.

Burada vurgulanması gereken bir nokta vardır. Gelişmiş bir Uzman Dizgenin kullanıcının her türlü sorununa çözüm getireceği düşüncesi ile gelecekte uzmanların yerini Uzman Dizgelerin alacağı sonucu çıkarılmamalıdır. Uzman Dizge kendi başına bir uzman olmaktan çok, gerçek bir uzmanın işlerini kolaylaştıracak akıllı bir yardımcı olarak tanımlanabilir. Uzman Dizge, içinde bulundurduğu bilgileri her durumda aynı şartlarla kullanabilmek, unutkanlık ve dış etkenlere bağlı yanılgılardan uzak olmak, tüm bilgilerini kayba uğratmaksızın başka bir ortama geçirebilmek, insan uzmanlığından daha ucuza sağlanabilmek gibi iyi niteliklere sahipken, hiçbir zaman yaratıcılık, geniş bakış açısı, duyulara bağlı deneyim ve yeni durumlara

uyarlanma gibi insani özelliklere ulaşamamaktadır. O zaman Uzman Dizgelerden beklenen uzmanlarca kendilerine önceden belli kalıplarda verilmiş ayrıntılı bilgileri saklayıp, belirli bir problemin özelliklerini öğrendikten sonra program, içerdiği bilgileri bu özelliklere göre değerlendirerek probleme uygun bir çözüm getirir. Uzman dizgenin getirdiği çözüm veya vardığı sonuç, bir yorumlama, bir belirleme, bir teşhis veya bir öneri olabilir; Amacı kontrol, eğitim veya planlama olabilir. Konu veya amaç ne olursa olsun Uzman Dizgeler günümüzde ve gelecekte uzmanların ve çeşitli kesimlerden kullanıcıların en önemli yardımcıları konumunu koruyacaklardır.

3.EXSYS

EXSYS genelleştirilmiş bir Uzman Dizge paketidir. Yukarıda sözü edilen niteliklerde Uzman Dizgeler bu paket yardımı ile geliştirilebilir. Bu dizgeler kullanıcıya uzmanlık gerektiren belli bir konuda çeşitli sorular yöneltebilecek şekilde düzenlenmişlerdir. Bilgisayar ilgili konuda bir sonuca varıncaya kadar soruları sormaya devam eder. Kullanıcı ise sorulara verdiği yanıtlar ve girdiği bilgilerle bilgisayarın sonuca ulaşmasına yardımcı olacaktır. Varılacak olan sonuç belli bir problemin çözümünü sağlayacak seçeneklerden birinin seçilmesi veya bu seçeneklerin geçerlilik yüzdelerine göre sıralanmış şeklidir. Herhangi bir sonuca vardığında bilgisayara bu sonuca nasıl vardığı sorulabilir. EXSYS'de bunun için "Why?", neden? demek yeterlidir. EXSYS paketi sınırları mantıksal kurallarla belirlenebilecek herhangi bir problem üzerine uzman dizge geliştirmeye olanak tanır. Bu kurallarda istenirse çözüm seçeneklerini belirli olasılıklar atanabilir. Bu durumda çözüm en yüksek olasılığı taşıyan seçenek olacaktır.

EXSYS'in kullanım alanını tanımlamak gerekirse, bir ya da birkaç kişinin uzmanlığını gerektiren tüm konular verilebilir. EXSYS çözüme ulaşması için kullandığı kurallarda IF-THEN-ELSE yapısını kullanır. Bir kural, bir dizi IF şartı, bunu takip eden bir dizi THEN ve ELSE durumlarından oluşur. Bütün bu yapıya bakıldığında konuşma diline yakın, uzun bir cümle görülmektedir. EXSYS hazırlanmış olan tüm kuralları tek tek gözden geçirerek karara varmasını sağlayacak bilgileri oluşturur. IF konusundaki şartlar doğru ise THEN kısmındaki bilgileri, yanlış ise ELSE'teki bilgileri diğer bilgilerine ekler. Mümkün olabildiği durumlarda sonuçları çıkarabilir. EXSYS'in kendi kendine bilgi oluşturma yeteneği, parça parça

durumdaki bilgileri birleştirip karmaşık problemlerde mantıklı sonuçlara ulaşmasını sağlar. Bütün bu işlemlerde amaç, kullanıcı tarafından sağlanan veriye dayanarak problemin çözümü için en uygun sonuca ulaşmaktır.

EXSYS uzman dizge paketi kendi olanaklarının dışında kalan bir takım işlemleri dışarıdan programlar çağırarak gerçekleştirebilir.

EXSYS içerisinden çağırılan programlar veri elde edilmesi ve hesaplama amacı ile kullanılabilirler ve yine EXSYS'in ürettiği bazı bilgiler çözümlemek ve kullanılmak üzere bu programlara iletilebilirler. Bu tür bir bilgi alışverişi yalnızca programlarla değil, çeşitli Otomatik Denetim Aletleri, Grafik Programlama Aletleri veya Veri Tabanları ile bilgi almak veya bunlara bilgi göndermek şeklinde gerçekleştirilebilir. Uzman Dizgeden program çağrılması iki şekilde olabilmektedir. Basit yönten, tek bir değişken ya da tanımlayıcı için veri almakta kullanılmaktadır. İkinci yöntem ise çok sayıda değişken ve tanımlayıcının değerlerini elde etmeye yöneliktir, örneğin bir veri tabanına erişmek gibi.

Her iki yöntem de içlerinde BASIC dilinin de bulunduğu çeşitli programlama dilleri ve değişik konulardaki problemlerle çalışmak için rahatça kullanılabilmektedir.

Burada üzerinde durulması gereken önemli bir konu, kullanılan bilgisayarın hem EXSYS'in, hem de çağrılan programın aynı anda çalışabileceği kadar geniş bir belleğinin olmasıdır. Çünkü program çağrıldığında EXSYS aktif bir durumda beklemeye girer. Çağrılan programlar ürettikleri veriyi EXSYS'e doğrudan doğruya geçiremezler. Veri, EXSYS'e RETURN.DAT adında yaratılan bir kütüğe ASCII dizinleri halinde yazılarak geçirilir. Bu teknik, kullanılabilecek diğer bazı tekniklerden daha yavaş olmasına karşın, daha fazla sayıda dil ve programı destekleyebilmesi açısından daha kullanışlıdır. Bu durumda çağrılan programın yapması gereken tek şey veriyi bir disk kütüğüne yazabilmektir. EXSYS otomatik olarak RETURN.DAT adlı kütüğü arayacak ve eğer bulursa, karşılaştığı değişkenlerin değerlerini sıra ile bu kütükten alacaktır. Çağrılan program RETURN.DAT isimli kütüğü yaratamıyorsa, EXSYS RETURN.DAT'I, başka bir isimle değiştirme olanağını tanır. Yukarıdakine benzer bir yöntemle çağrılan bir programa EXSYS kendi içerisinden bilgi gönderebilir. Bunu da veriyi PASS.DAT adlı otomatik olarak yarattığı bir kütüğün içine yazmak yolu ile gerçekleştirir. Çağrılan program bu veriyi PASS.DAT kütüğünden okuyabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. RETURN.DAT gibi PASS.DAT adının da değiştirilebilmesi olasıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

5. DBMS (Veri Tabanı Yönetim Dizgeleri)

Belli bir yönteme göre düzenlenmiş büyük sayıda bir veri topluluğunun oluşturduğu yapıya Veri Tabanı diyoruz. Örneğin bir telefon rehberine bir Veri Tabanı gözü ile bakabiliriz.

Veri Tabanları sayısal ve alfasayısal verilerden oluşup, bu verinin düzenlenme biçimine göre değişik adlar alırlar. Örneğin Hiyerarşik Veri Tabanları, İlişkisel Veri Tabanları gibi. Veri Tabanlarının kullanımını kolaylaştırmak üzere Veri Tabanı Yönetim Dizgeleri geliştirilmiştir. Bu dizgeler, aslında büyük sayıda veri elemanını hızlı bir şekilde işleyebilme özelliğini taşıyan programlardır. Bu amaçla da uzun süredir kullanılmaktadırlar. Bu programların ilk örnekleri, yalnızca bellek kapasiteleri ve işlem hızları çok yüksek düzeyde olan makro bilgisayarlarda gerçekleştirilmiştir. Daha sonraları piyasaya çıkan mikrobilgisayarların fiat olarak çok daha ucuz olmaları, bu aletleri kullanan bir kitlenin oluşmasına yol açmıştır. Veri Tabanı Yönetim Dizgeleri bu kitlenin de gereksinimi haline gelmiştir. Böylece büyük sistemlerde çalışan bu tür programların mikrobilgisayarlarda çalışan benzerleri yapılmıştır. Bir dBASE II paketinin geliştirilmesi ile küçük bilgisayar kullanıcıları uygun bir fiyatla bilgisayarlarında kendi Veri Tabanlarını rahatlıkla yaratıp kullanmanın zevkini yaşamaya başlamışlardır. dBASE III ise bu paketin daha yeni ve geliştirilmiş bir şeklidir.

6. dBASE III

dBASE III IBM mikrobilgisayarları veya aynı tür diğer mikrobilgisayarlar üzerinde çalışacak şekilde tasarlanmış ilişkisel bir Veri Tabanı İşletim Dizgesidir. Daha önce sözü edilen dBASE II Veri Tabanı Yönetim programının geliştirilmiş bir şeklidir.

İşlem dili, programcı olmayan bir kullanıcıya çok yabancı olan önceki Veri Tabanı Yönetimi programlarının aksine, bu programlar kullanıma getirdikleri kolaylıklarla yeni bir dönemi başlatmışlardır dBASE III'ü yalnızca dBASE II'nin gelişmiş şekli olarak almak hatalı olur. Öncelikle önemli bir sorun olan işlem hızının düşüklüğü programın C dili ile yazılması sonucu ortadan kalkmıştır. Bellek kapasitesi de önemli ölçüde artmıştır. Kullanımı kolay, anlamı açık ve yardımcı ekranlarla desteklenen çok sayıda konut programcılık konusunda eğitilmemiş kişilerce bile kısa sürede öğrenilip, kullanılmaya başlanabilir.

dBASE III tasarlanırken büyük bilgisayarlarda çalışan Veri Tabanı Yönetim Dizgelerinin ilkelerine sadık kalınmıştır. dBASE III'te Veri İşlemenin bir yöntemi Etkileşimli Mod'dur. Bu yöntemde her bir komut klavyeden girilir ve girildiği anda da işletilir. Böylece ard arda yapılan işlemlerin sonuçları anında izlenebilir. (Şekil 1a) Böyle bir olanak özellikle programcı olmayan kullanıcıların işlemleri izlemesi açısından çok yararlıdır. Ayrıca bu yöntemde hatalar da anında ortaya çıkacağından bulunmaları ve düzeltilmeleri kolaylaşır.

Bir başka yöntem de Sıralı İşlem yapmaktır. Buna göre, veri işleme ve hesaplama sırasında birbiri ardına yerine getirilecek işlemlerin herbiri bir komut olarak verilir. Bir komutlar grubu bir bilgisayar programı şeklinde toplanır. Bu program da bilgisayarda sıralı işlem modunda çalıştırılabilir. (Şekil 1b) Bu yöntemde pek çok karmaşık işlem kolayca gerçekleştirilebilir. İlişkisel bir Veri Tabanı Yönetim Dizgesi olarak dBASE III, veri tabanında bulunan tüm verinin ilişkisel bir biçimde saklanmasını gerektirir. Veri birimleri veri tablosunun satır ve sütunlarında yerleşmiş durumdadır. Her satır bir kayıdı, her sütun bir kayıt sahasını gösterir. Veri tablolarındaki bilgiler de bellekte Veri kütüğü olarak saklanır.(şekil 2)

Saklanan bilginin türüne göre değişik veri kütüğü türleri kullanılabilir. Bir Veri Tabanında değişik türden birden fazla veri kütüğü bulunabilir. Başka bir kullanım paketinin ürettiği bir veri kütüğü de dBASE III tarafından kullanılabilir. Gerekirse hemen her türde ve görünümde kütüğü kendi kullanabileceği biçimde uygulayebilir.

7. EXSYS VE dBASE III ORTAK KULLANIMI

EXSYS Uzman Dizge Paketi, Yapay Us'un uygulanabileceği değişik problem sahaları için kullanılabilmektedir. Önceden söz edildiği gibi EXSYS, kendi olanaklarının dışında kalan bir takım işlemleri dışarıdan program çağırarak gerçekleştirebilir. Böylelikle ilk bakışta EXSYS ile başarılması güç gözüken işlemler ek paketler yardımı ile yapılabilirler. dBASE III ise Veri Tabanı yönetiminde etkin olarak kullanılabilen işlemleri son derece pratik şekilde gerçekleştirebilen kullanışlı bir pakettir. Başka paketlerle iletişimde sorun çıkarmadığı gibi özellikle farklı görünüm ve tipteki kütükleri kendine uyarleyebilmek için olanakları vardır. Bu nedenlerle de EXSYS ile ortak kullanımda uygun bir seçenek olarak düşünülmüştür.

Şekil 1a Etkileşimli kullanım

```
. USE EMPLOYEE
. LOCATE FOR FIRST_NAME="Doris"
Record #        3
. DISPLAY
Record#  FIRST_NAME   LAST_NAME   AREA_CODE PHONE_NO MALE BIRTH_DATE ANNUAL_PAY
       3 Doris A.     Gregory     804       234-8567 .F.  07/04/62      16900.00
. STORE FIRST_NAME TO FIRSTNAME
Doris A.
. STORE MALE TO MSALE
.F.
. STORE BIRTH_DATE TO BIRTHDATE
07/04/62
. STORE ANNUAL_PAY TO ANNUALPAY
16900.00
.
```

Şekil 1b Sıralı kullanım

```
*****  Program: INVMENU.PRG   *****
* Display Inventory Control Submenu
SET TALK OFF
SET ECHO OFF
STORE " " TO CHOICE
DO WHILE .T.
   CLEAR
   ?
   ?
   ??
   ??                    ****************************************
   ??                    ***    INVENTORY CONTROL SUBMENU     ***
   ??                    ****************************************
   ?
   ?
   ??                  Task Code          Task
   ?
   ??                    [A]    ADD a new stock item
   ?
   ??                    [D]    Delete an existing item
   ?
   ??                    [E]    EXAMINE/EDIT a stock item
   ?
   ??                    [J]    ADJUSTING inventory level
   ?
   ??                    [V]    Evaluation of inventory
   ?
   ??                    [Q]    QUIT, return to mainmenu
   ?
   ?
   WAIT                  Enter your choice (type in task code) TO CHOICE
   DO CASE
      CASE UPPER(CHOICE)="A"
         DO ADDITEM
      CASE UPPER(CHOICE)="D"
         DO DELITEM
      CASE UPPER(CHOICE)="E"
         DO EDITITEM
      CASE UPPER(CHOICE)="J"
         DO ADJSTOCK
      CASE UPPER(CHOICE)="V"
         DO VALUES
      CASE UPPER(CHOICE)="Q"
         RETURN
   ENDCASE
ENDDO
RETURN
```

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Şekil 2a Etkileşimli kullanım

```
. USE EMPLOYEE
. GO TOP
. FIRSTNAME=FIRST_NAME
James C.
. MMALE=MALE
.T.
. BIRTHDATE=BIRTH_DATE
07/04/60
. ANNUALPAY=ANNUAL_PAY
22000.00
.
```

Şekil 2b İlişkisel model

Row #	Column #1	Column #2	Column #3
1	Peter Roberts	Business 101	[illegible]
2	Peter Roberts	Business 101	[illegible]
3	Peter Roberts	Business 101	[illegible]
4	Peter Roberts	Economics 100	[illegible]
5	Peter Roberts	Economics 100	[illegible]
6	Peter Roberts	Economics 100	[illegible]
7	Peter Roberts	Economics 100	[illegible]
8	Seth Ryan	History 101	[illegible]
9	Seth Ryan	History 101	[illegible]

Fig. 1.3. Relational model

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kendilerine göre üstün tarafları olan bu iki paket birbirlerinden oldukça farklı özellikler taşırlar iki paketin özelliklerini birleştirerek, her birinin tek başına gerçekleştirmesi çeşitli güçlükler getirecek bir konuda kullanılması çok ilginç ve yararlı sonuçlar vaad etmektedir. Örnek bir konu üzerinde geliştirilecek olan bir ortak çalışma yönteminin ileride çok değişik konularda benimsenmesi beklenebilir. Örnek olarak seçilen konu, zayıflama diyeti uygulaması gereken kişilere, gerekli kaloriyi sağlayan ve besin açısından dengeli olan günlük beslenme menüleri üretecek bir program geliştirilmesidir. Beslenme menüleri üretilmesi her dönemde ilgi çekmiş bir konu olup, problemin çözümlenmesine klasik programlama yöntemleri ile yaklaşılmıştır. Burada kullanılacak yöntemde ise normal programlama dili yerine EXSYS gibi olanakları geniş bir Uzman Dizge Paketinin sorgulama yeteneği ile dBASE III'ün güçlü Veri Tabanı Yönetim ve veri işleme yeteneği ortak olarak kullanılacaktır.

Söz konusu zayıflama menülerini oluşturabilmek için öncelikle bir diyetisyenin diyet yapması gereken kişiye sorduğu türden sorularla, o kişinin çeşitli özelliklerini, zevklerini, varsa kısıtlamalarını öğrenip bunlara göre en az kaç kalori alması gerektiği saptanacaktır. (Şekil 3b,c) Problemin bu bölümü EXSYS tarafından çözüme ulaştırılacaktır. Saptanan kalori miktarı ve gerekli diğer parametreler EXSYS'in ürettiği bir kütük içerisinde dBASE III paketine geçirilecektir. (Şekil 3a)

dBASE III içerisinde önceden bir BESİN VERİ TABANI oluşturulmuş durumda bulunacaktır. Burada, menüde yer alabilecek yiyecekler birtakım gerekli kodlar ve yiyeceklerin besin değerleri saklanacaktır. dBASE III içerisinde gerçekleştirilecek olan programlar bu Besin Veri Tabanı üzerinde çalışacaktır. Temel olarak bu programlardan beklenen EXSYS'in saptadığı parametrelere uygun olacak veri tabanından yiyecekleri seçmeleridir. Programlama çalışması tarama ve eleme şeklinde olacaktır. Seçme anında, programın her çalışmasında aynı durumlar için aynı yiyecek kombinasyonlarının seçilmemesi gerekmektedir. Bunu önlemek dBASE III'ün olanakları ile işleme rastgele bir nitelik kazandırılarak mümkün olacaktır. Bu arada bir takım kısıtlamalarda getirilerek menülerde istenmeyen bazı durumların oluşması önlenecektir. Örneğin aynı yiyecek grubundan birkaç yiyeceğin seçilmesi gibi.

Bu uygulamada elde edilmeye çalışılan iki sonuç gösterilebilir

Şekil 3a

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

```
AAA.CDM
F
1900.000000
55.000000
500.000000
22.000000
1500.000000
0.900000
1.200000
```

Şekil 3b

```
1  the season for the diet is
   summer
   fall
   winter
   spring


2  the person who will diet is
   female
   male
```

Şekil 3c

```
RULE NUMBER: 5
IF:
        the season for the diet is spring

THEN:
        omit s code - Probability = 0
   and omit f code - Probability = 0
   and omit w code - Probability = 0
   and omit sp code - Probability = 0
```

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bunlardan biri bireyi normal kilosuna indirecek düzeyde enerji sağlayan, bireyin yeme alışkanlıklarına ve zevklerine belli oranda değer veren, ayrıca protein, vitamin ve madenler gibi gerekli öğelerden yoksun bırakmadan sağlıklı bir zayıflamayı gerçekleştirecek diyet menüleri üretmektir.

Uygulamada beklenilen diğer sonuçta Uzman Dizgelerin Bilgi Tabanının çok geniş olması nedeni ile yetersiz kaldıkları durumlarda Veri Tabanları ile iletişim içerisinde kullanılarak yararlanılması konusunda örnek bir çalışma oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Andrew,A.M., "Artificial İntelligence", Abacus Press, 1983.
2. Chou,G.T., "dBASE III Handbook", Que Corporation, Indianapolis, Indiana, 1985.
3. Exsys Manual
4. Feighenbaum E.A., Mc Corduck,P., "The Fifth Generation", Addison Wesley Publishing Company, 1983.
5. Mc.Ardle,W.,Katch,F.I.,Katch,V.L., "Exercise Physiology", Henry Kimpton Publisher, London, 1981
6. Ramamoorthy,C.V., Shekhar,S. Garg,V.,"Software Development Support For AI Programs", Computer p.30, Jan 1987.
7. Shurkin,J., "Medical Applications", IEEE Expert, pp.10-14, Winter 1986.
8. Wah,B.W., "New Computers For AI Processing", Computer, pp.10-14, Jan 1987.
9. Waterman,D.A., "A Guide to Expert Systems", Addison Wesley Publishing Company, 1985.
10. Zualkernan,I.,Tsai,W.T.,Volovik,D., "Expert Systems + Software Engineering, Ready for Marriage?" IEEE Expert pp.24-30, Winter 1986.

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI VE ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNİN ÜNİVERSİTE YÖNETİMİNDE KULLANIMI

Prof.Dr.Ömer Saatçioğlu
Arş.Gör.Meltem Denizel
Arş.Gör.Nejat Karabakal
Endüstri Mühedisliği Bölümü
O.D.T.Ü., Ankara

Bu bildiride yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği yöntem ve tekniklerinin üniversite yönetiminde kullanımına değinilmiş ve bazı uygulamalardan örnekler verilmiştir. Özellikle üniversitelerin önemli tasarım ve karar problemlerinden olan mekan ve öğretim elemanı planlaması, mekanların yer seçimi ve yerleşim düzeni, derslerin çizelgelenmesi, kayıt kabul işleri düzeninin kurulması, satınalma, stok kontrolü, inşaat ve bakım onarım projelerinin yönetimi ile bütçe hazırlama mekanizmasının kurulması üzerinde durulmuştur. Ayrıca genel yönetim problemleri için gerekli bilişim sisteminin kavramsal yapısı açıklanmıştır.

1. GİRİŞ

Üniversite yönetim sisteminde etkinliğin ve verimliliğin arttırılması için yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği yaklaşım ve tekniklerinden önemli ölçüde yararlanılabilir. ODTÜ Rektörlüğünde bir yıldır bu amaç doğrultusunda çalışmalar sürdürülmektedir.

Bu bildirinin ikinci bölümünde yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliğinin üniversite yönetim sistemi içindeki kullanım alanları tartışılmıştır. Üçüncü bölümde ise ODTÜ Rektörlüğü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

için bu konuda bugüne kadar yapılan çalışmalar özetlenmektedir. Bu çalışmalar merkezi yönetimde sürdürülen faaliyetler için yapılan sistem analizi ve ilk tasarım aşamalarını kapsamaktadır.

2. ÜNİVERSİTE YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI VE ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI

Bir hizmet üreten sistem olarak üniversitelerin, verimli çalışması bakımından yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği uygulamalarından yararlanması gerekir. Nitekim üniversitelerin makro düzeyde mekan ve öğretim elemanı tasarlamasından, mekanların yer seçimi ve yerleşme düzenine, sınıfların çizelgelemesine, kayıt kabul işleri düzeninin kurulmasına ve genel yönetim sorunlarına kadar geniş bir yelpaze içinde araştırma ve uygulamalar yapılmaktadır. Bir üniversitede hangi eğitim programlarının geliştirileceği tipik bir hizmet tasarımı sorunu olarak görülebilir. Bu programlara olan gereksinimin tahmini ve bu programlara katkıda bulunacak öğretim elemanlarının sayısının saptanması ve bunun için öğretim elemanı yetiştirme planının yapılmasında yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği tekniklerinden yararlanılabilir. Keza bu sorunlarla ilgili olarak bölümlerin ve giderek üniversitenin kapasitesinin planlaması ve buna göre ilgili programlar için öğretim elemanı, teknik ve idari personel tahminleri ile mekan planları yapılabilir. Bir bölüm için yapılacak iç yerleşim düzenine karar vermek endüstri mühendisliği mesleğinin önemli bir uğraş alanıdır. Sınıfların, laboratuvarların, ofislerin ve diğer mekanların yerleri, büyüklükleri ve içlerine konacak makina ve teçhizat ile büro malzemelerinin yerlerinin belirlenmesi yerleşim düzeni sorununun önemli karar noktalarını oluşturmaktadır.

Bölümlerde verilen gerek bölüm programına özgü gerekse diğer bölümlere verilen derslerin verimli bir biçimde öğretim elemanlarının zaman ve öncelikleri çerçevesinde sınırlı sayıda ve büyüklükteki dersliklere çizelgelenmesi, yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliğinin en önemli katkı alanlarından birisidir.

Özellikle kampüs üniversitelerinde önemli olan kafeterya düzeninin kurulması ve işletilmesinde, otobüs filosunun oluşturulmasında, çizelgelemesinde ve durakların belirlenmesinde yine yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği tekniklerinden yararlanılabilir. Kafeteryanın talep düzeyine göre kapasitesinin planlanması ve kampus içindeki yerleşim düzeninin belirlenmesi ile kafeteryaların iç düzenlemesinin yapılması bu mesleğin temel görevleri arasındadır.

Bazı üniversitelerde bulunan metal, ağaç ve araç bakım, onarım atelyeleri doğal olarak yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği uygulamalarından yararlanılabilecek ünitelerdir. Yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliğinin üniversite sisteminde kullanılabileceği diğer önemli bir alan da, merkezi yönetimdeki idari ve mali faaliyetler ile inşaat ve bakım onarım faaliyetlerinin etkin ve verimli bir düzeye getirilmesidir. Mali uygulamalar arasında, etkin bir satınalma düzeninin kurulması, ayniyat ambarındaki kritik kalemlerin en iyi stok düzeylerinin bulunması, genel olarak stokların takip mekanizmasının kurulması, bütçenin hazırlanması için gerekli anahtarların saptanması sayılabilir. Öte yandan, inşaat ve bakım onarım projelerinin eldeki kaynaklar çerçevesinde zamanında yerine getirilmesi bir başka yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği uygulama alanıdır. Burada proje yönetim tekniklerinden yararlanılarak inşaat ve bakım onarım projelerinin faaliyetlerinin en iyi çizelgelemesi yapılabilir. Tesislerin bakım onarım faaliyetlerinin önceden planlanması ve gerekli malzemenin tedarik zamanlarının belirlenmesi bu mesleğin üstesinden gelebileceği konulardır. Bütün bu uygulamalardaki kararların sağlıklı bir biçimde verilebilmesi doğal olarak etkin ve verimli çalışan bir bilgi sistemine bağlıdır. Böyle bir bilgi sisteminin bilgisayar ortamında kurulmasında gerekli kavramsal yapının oluşturulmasında yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliğinin katkısı yadsınamaz.

3. SİSTEM ANALİZİ VE TASARIM ÇALIŞMALARI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ODTÜ Rektörlüğü'nde şu ana kadar sürdürülen çalışmalar [1] donatım, mali işler, yapı işleri, döner sermaye ve satınalma alt birimlerini kapsamaktadır. Amaç mevcut yapının anlaşılmasına yönelik bir sistem analizi yapmak ve bilgisayara dayalı bir bilgi sistemi tasarlamaktadır. Ayrıca mevcut yapıda göze çarpan problemleri inceleyip çözüm yöntemleri geliştirerek sistem performansının arttırılması amaçlanmıştır.

Bundan sonraki bölümlerde yukarıda sayılan alt birimler için yapılan analiz ve tasarım çalışmaları özetlenmektedir.

3.1. Demirbaş Takip ve Tahsis Sistemi

Rektörlüğe bağlı alt birimlerden biri olan Donatım Müdürlüğü faaliyetleri incelenmiş, her faaliyet için izlenen prosedürler belirlenmiş ve bilgi akış diyagramları hazırlanmıştır. Bu analiz sonucu, üniversite birimlerinden gelen demirbaş taleplerinin karşılanmasında ve eldeki demirbaşların takibinde bazı güçlüklerle karşılaşıldığı görülmüştür. Örneğin taleplerin karşılanmasında önceliklerin belirlenmesi için standart kriterlerin olmayışı önemli bir sorundur. Bu amaçla birimlerin demirbaş ihtiyaçlarının saptanması yoluna gidilmiş ve personel başına düşen mevcut demirbaş sayıları esas alınarak her birimdeki eksik demirbaş sayıları belirlenmiştir. Bu sayılar eldeki demirbaşların talep eden birimlere dağıtılmasında göreceli ağırlıklar oluşturucaktır. Yöntem elektronik tablo kullanımıyla bilgisayara geçirilerek dağıtım önceliklerinin saptanması ve taleplerin karşılanması işlerinin hızlı ve daha sağlıklı yürütülmesi sağlanmıştır.

Yukarıda sözü edilen demirbaş tahsis yönteminin uygulanabilmesi etkin bir veri tabanı oluşturulmasını gerektirir. Mevcut sistemde elde tutulan demirbaş kayıtları istenilen bilginin hızlı ve güvenilir bir şekilde elde edilmesini güçleştirmektedir. Demirbaş takip sisteminin bir bilgisayar ortamında kurulmasının bu sorunları önemli ölçüde çözümleyeceği görülmüştür. Buna yönelik

olarak kayıtlar veri kütükleri halinde düzenlenmiştir. Bir veri tabanı yazılım paketi kullanılarak veri giriş programları geliştirilmiş ve tüm kayıtların bilgisayara aktarılması sağlanmıştır. Böylece demirbaşlarla ilgili gereken tüm bilgilerin raporlar halinde istenildiği anda üretilmesi mümkün olacaktır. Veri tabanının hazırlanması sırasında geliştirilen kodlama sistemine göre belli bir alt birime örneğin bir fakültenin belli bir bölümüne ait demirbaşların dökümü yada demirbaşların alt birimlere dağılımını gösteren dökümler alınabilir.

3.2. Bütçe Planlama ve Takip Sistemi

Bütçe planlama sübjektif yargıların ve değerlendirmelerin büyük önem taşıdığı bir sistemdir. Merkezi yönetimde karşılaşılan en önemli karar problemlerinden biri belli bir bütçenin birimlere dağıtılması esnasında ortaya çıkmaktadır. Bu problemin çözümüne yönelik kantitatif bir modellemeye gitmek ise oldukça güçtür. Bu konu üzerinde yapılan çalışmalar sonucu, birimlerin bütçe kalemlerinde alacakları pay oranlarının saptanmasında esas alınabilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşım;

i) Son 'n' senenin gerçekleşmiş (veya talep edilmiş) miktarlarını kullanarak söz konusu yıl için bir ağırlık bulunmasını,
ii) Bütçe kalemi tanımlarından giderek birimler bazında bazı faktörlerin fonksiyonu olarak ifade edilebilecek kriterlerin bulunması ve bu kriterleri nicelleştirerek düzeltici faktörlerin elde edilmesini

içermektedir.

Örneğin bütçenin "yurt içi geçici görev yollukları" olarak tanımlanan 210 kalemi için şu kriterler esas alınmıştır :

i) Birimdeki akademik ve idari personel sayısı
ii) Yurt içi tebliğ sayıları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Belli bir birim için bu kriterlere göre bulunan sayıların üniversite geneli için yine bu kriterlere göre bulunan toplam sayılara oranları düzeltici faktörleri oluşturacaktır. Bu faktörler son 'n' sene için hesaplanan ağırlıklar kullanılarak regresyon analizi veya ortalama değer gibi yöntemlerle söz konusu sene için bulunacak olan ağırlıkların düzeltilmesinde kullanılacaktır.

Özetlenen yaklaşımın bir elektronik tablo çalışması olarak bilgisayara geçirilmesi ile karar vericinin bütçe dağıtımı kararlarını destekleyecek türde duyarlık analizleri yapması mümkündür.

Merkezi yönetimde sürdürülen mali faaliyetlerin bir diğeri de bütçe kalemlerinin kontroludur. Bu faaliyetin etkin bir şekilde sürdürülmesi için yine bilgisayar ortamında hızlı ve güvenilir olarak üretilecek raporlara ihtiyaç vardır. Bununla ilgili olarak bütçe harcama kalemlerinden yapılan harcamalar için, talep ve nakit formlarının girilmesi;bütçe kalemlerinin tanımlanması, düzeltilmesi, bakiyelerin görülmesi; bu bütçe kalemlerinin son durumları ile ilgili raporların düzenlenmesine yönelik programlar geliştirilmiştir. Bu programların geliştirilmesinde yine bir veri tabanı yazılım paketi kullanılmıştır.

Bütçe takip sistemi aşağıdaki alt programlardan oluşmaktadır.

1. Talep ve nakit formlarının girilmesi
2. Bütçe kalemlerinin tanımlanması
3. Bütçe kalemlerinin düzeltilmesi
4. Bütçe kalemlerinin bakiyelerinin görülmesi
5. Kayıtlar üzerinde doğrudan düzeltme yapma
6. Bütçe kalemlerinin yılbaşından itibaren baştan hesaplanması
7. Raporlama

Anlaşılacağı gibi bu alt programlardan ilk altı tanesi gerekli verilerin girilmesi, düzeltilmesi, güncelleştirilmesi ve bütçe kalemleri ile ilgili gerekli hesaplamaların yapılmasına yöneliktir. Sonuncu alt program ise aşağıdaki raporların elde edilmesini sağlamaktadır.

1. Bütçe mizanı
2. Birimlere göre harcama kayıtlarının dökümü
3. Harcama kalemlerinin istenilen ayrıntı düzeyinde dökümü
4. Harcama kalemlerinin istenilen bir birime göre dökümü

3.3 Yapı İşleri Proje Kontrol Sistemi

Rektörlük alt birimlerinden bir diğeri olan Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı (YITDB) üniversite içerisinde yürütülen inşaat ve bakım onarım faaliyetlerinin planlanması ve kontrolünden sorumludur. Bu daire başkanlığında yapılan sistem analizi sırasında yüklenicilerin yürütülmekte olduğu inşaat projelerinin kontrolünde zorluklarla karşılaşıldığı gözlenmiş ve etkin bir kontrolun sağlanması amacıyla bilgisayara dayalı bir sistem tasarımına gidilmiştir.

Geliştirilen sistemde amaç aylık olarak yüklenicilerden alınan hakediş raporlarının, daha önce hazırlanan iş programlarına olan uygunluğunu kontrol etmek ve sapmaları raporlayarak gerektiğinde yüklenicilerin uyarılmasını sağlamaktır.

Bu amaca yönelik olarak önce proje keşif raporunda belirtilen her aktivite için, iş porgramları baz alınarak kontrolun yapılacağı ay içinde gerçekleşmesi beklenen fiziksel ilerlemeler hesaplanmaktadır. Daha sonra o ay için yükleniciden alınan hakediş raporuna göre gerçekleşen fiziksel ilerlemelere bakılarak aradaki sapmalar bulunmaktadır. Ayrıca aktivitelerin birim fiyatlarına göre parasal ilerlemeler de hesaplanarak hakediş raporundaki tutarlarla karşılaştırılmaktadır.

Bunun dışında kontrol edilmek istenen malzemeler için de kullanılması beklenen (gerçekleşmesi beklenen fiziksel ilerlemelere göre) ve kullanılan (hakediş raporunda belirtilen fiziksel ilerlemelere göre) malzeme miktarları ile bunların parasal tutarları bulunmakta ve sapmalar belirlenmektedir.

Bu şekilde tasarlanan kontrol sistemi bir veri tabanı yazılım paketi kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır. Sistem şu alt programlardan oluşmaktadır.

1. Proje tanımlama
2. Keşif raporu girme/güncelleştirme
3. Hakediş raporu girme/güncelleştirme
4. Proje aktivitelerinin kontrolu ve raporlama
5. Malzeme kontrolu ve raporlama

Bu şekilde tasarlanan proje kontrol sistemi kaynakları ayrı olan ve bu nedenle bağımsız olarak düşünülen inşaat projelerinin yönetime yöneliktir. Yine YITDB tarafından yürütülen bakım onarım faaliyetleri için ise çoklu proje yönetimi teknikleri kullanılarak en iyi kaynak dağıtımı ve çizelgelerin bulunmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Ayrıca bakım onarım faaliyetlerinin önceden planlanması amacıyla koruyucu bakım onarım aralıklarının bulunması ve buna uygun bir veri tabanı geliştirilmesi düşünülmektedir.

4. SONUÇ

Üniversite yönetim sisteminde yöneylem araştırması ve endüstri mühendisliği yöntem ve teknikleri geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. ODTÜ Rektörlüğünde bu konuda yapılan çalışmalar demirbaş tahsis ve takip, bütçe planlama ve kontrol, inşaat ve bakım onarım projeleri yönetim sistemlerini kapsamaktadır. Ayrıca satınalma faaliyetlerinin hızlandırılması amacıyla yapılacak çalışmalara temel oluşturmak üzere prosedürler belirlenmiş ve akış diyagramları hazırlanmıştır. Halen devam etmekte olan bu analiz ve

tasarım çalışmaları sonucunda merkezi yönetimde verilen kararları destekleyici bilgisayara dayalı bir bilgi sisteminin kurulması amaçlanmaktadır. Yapılanların detayları [1] de verilmiştir.

KAYNAKLAR :

1. Proje Grubu, ODTÜ Rektörlüğü, Bilgisayara Dayalı Bilgi Sistemi Tasarımı Projesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Temmuz, 1987.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

BİLGİSAYAR YARDIMI İLE ÖĞRENCİ VERİ TABANI GELİŞTİRİLMESİ

Prof.Dr. B. Kaftanoğlu, Doç.Dr. B. Kılkış,
K.Özgen, M.Kaplan, N.Uludağ, Y.Kadıoğlu,
G.Gökağaç, M.Aydoğan

ÖZET

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesindeki Anabilim Dalı Lisansüstü programlarına yeni başvuran ve halen kayıtlı olan lisansüstü öğrencilerin kişisel, akademik ve yönetmeliklerin gerektirdiği diğer bilgilerini içeren bir veri tabanı geliştirilmiştir. Bu veri tabanını kullanan ve işleyen değişik programlar yazılmış ve geliştirilmektedir.

Bugün için alınan ve ileriye dönük olarak alınması planlanan çıktılar arasında bir bölümde okuyan öğrencilerin listesi ve bir danışmanın lisansüstü öğrencilerinin listesi, öğrenci başarı oranlarının hesaplanması, dökümü ve yönetmeliklere göre istenilen şartları sağlayanlar hakkındaki bilgiler elde edilebilmektedir. Ayrıca tez özetlerinin de ayrı bir veri tabanına girmesi sağlanmıştır. Bu şekilde yapılan araştırmalar ile ilgili bir bilgi erişim sistemi de sağlanmış olmaktadır.

Bu tür bir yaklaşım ile tüm lisansüstü öğrenci işlemlerinde bir kayıt otomasyonuna ulaşılabilecek ve eğitim ve öğretimin kalitesi hakkında bilimsel araştırma ve gözlemler de yapılabilecektir.

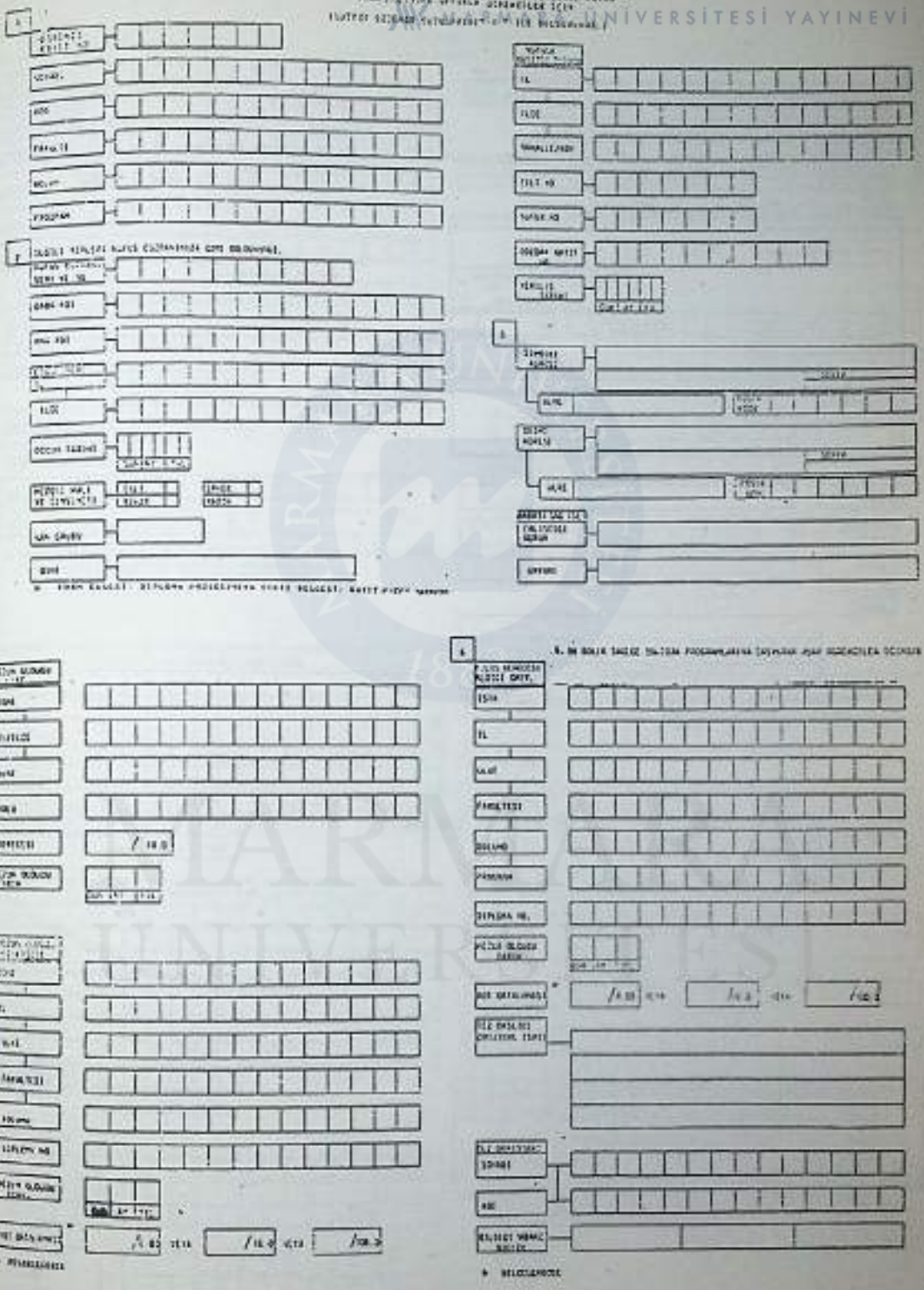
1. VERİ TABANININ OLUŞTURULMASI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Öncelikle lisansüstü programlara başvuranların kabulu, kayıtı ve programlarda okuyan öğrencilerin akademik ve diğer işlemlerin bir tanımı yapılmış ve gerekli bilgiler sınıflandırılmıştır. Bu bilgilerin saklanacağı bir veri tabanı geliştirilerek yaratılmıştır. İkinci aşamada ise bu bilgi bankasından yararlanan işlem programlarının geliştirilmesine başlanmıştır. 1986-1987 ders yılı 2.ci döneminde ise bir pilot çalışma yapılmış, öncelikle yeni başvuran öğrencilere bilgisayar veri giriş formları doldurtulmuştur. Bu formlar hem Türkçe hem de İngilizce olarak hazırlanmış olup, form örnekleri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

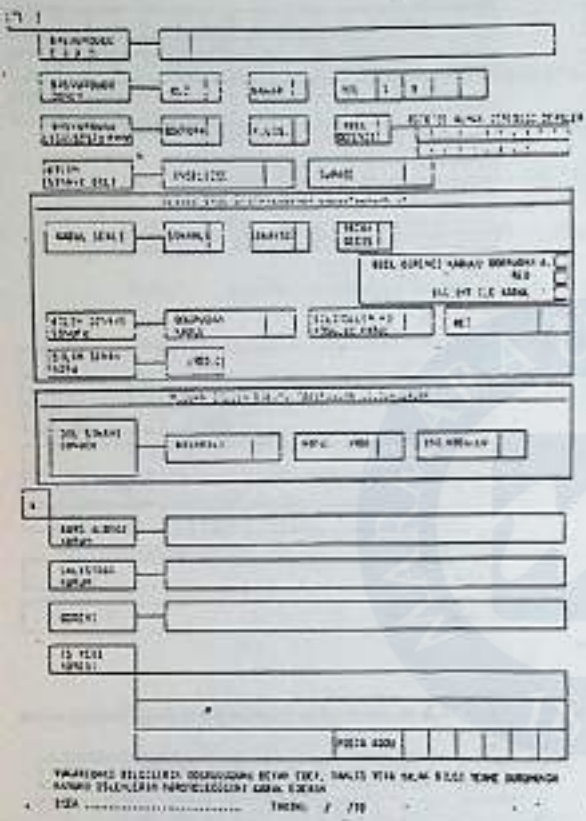
Veri tabanı yapı olarak PL/I dilinin yapısal değişken tanımlayabilme olanağından faydalanılarak tanımlanmış ve (ağaç yapı) tree structure türündedir. Her bir öğrenci için tutulan kayıt öğrencinin numarasına göre indekslenmiş ve böylece bilgiye erişim daha da hızlandırılmıştır. Ayrıca her bir öğrenci hakkında saklanacak bilgi için toplam 3202 karakterlik yer ayrılmıştır. Bilgi bankasında güncel olarak saklanacak öğrenci sayısının tahminen 2500-3000 civarında olacağı düşünülmektedir.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



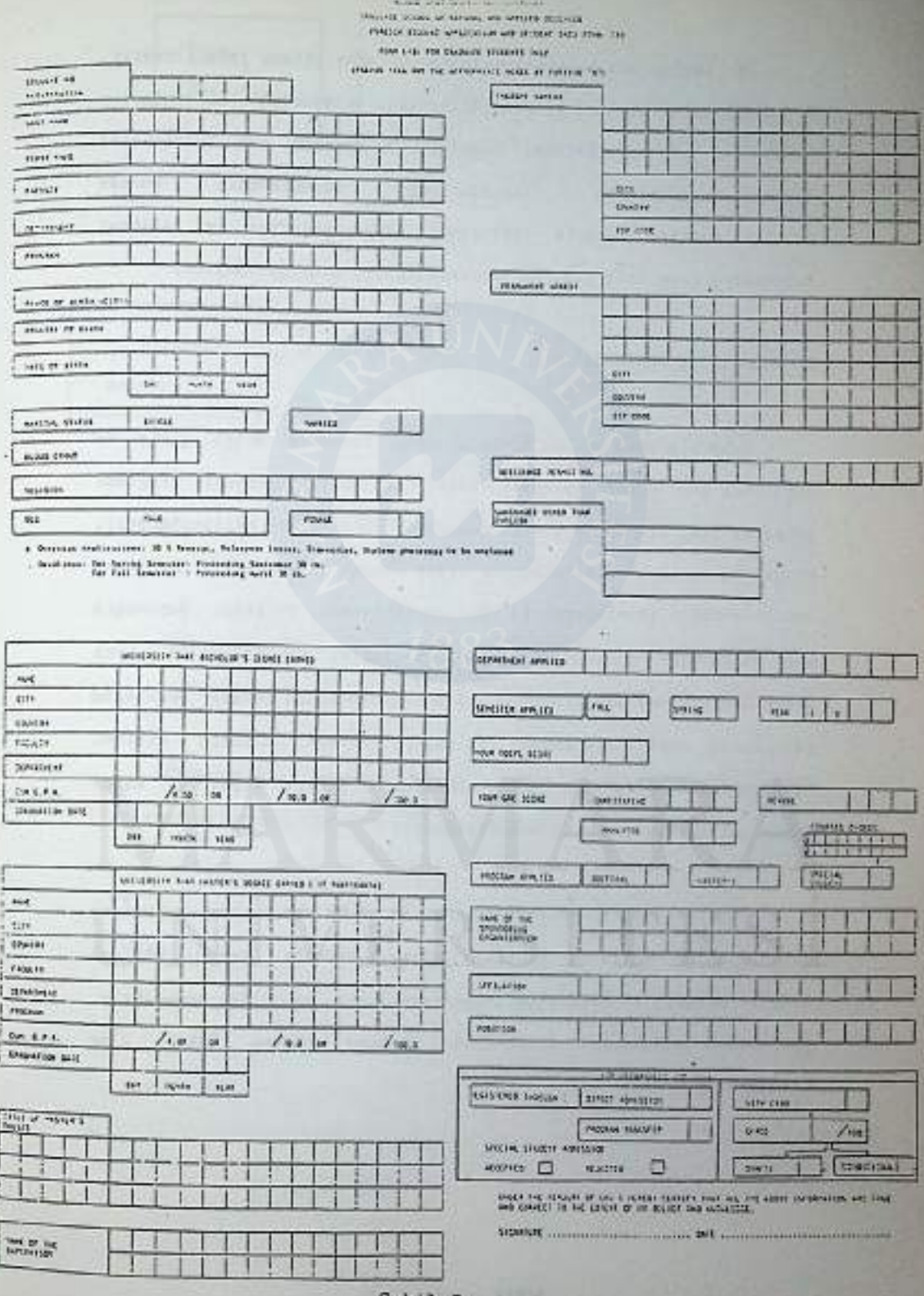
Şekil 1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 1 (Devam)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 2

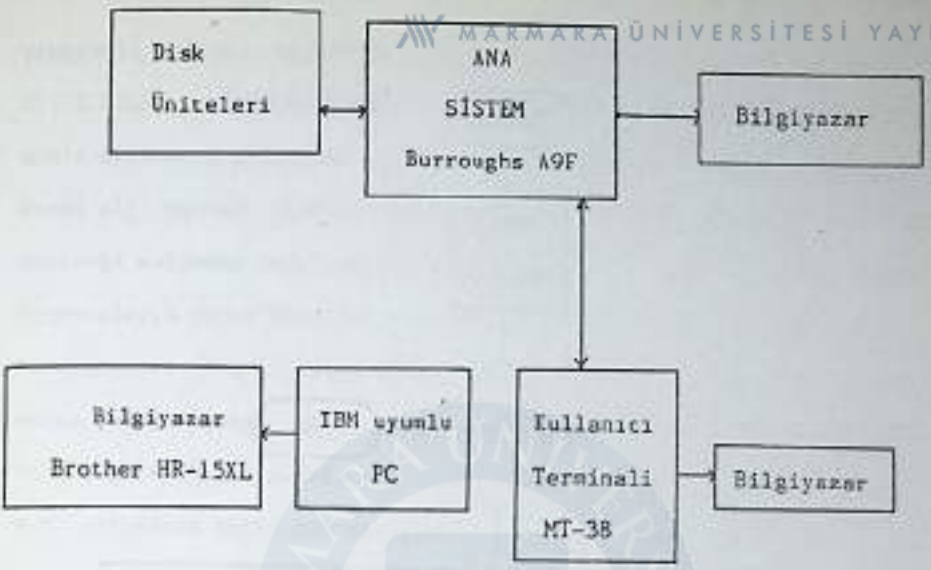
Öte yandan tez özetleri için de bir veri tabanı yaratılmıştır. Bu konuda gerek kişisel bilgisayarlar için kullanılan yazılımlardan (dBaseIII, Symphony, Reflex, Revelation) gerekse çok kullanıcılı büyük sistemlerin olanaklarından faydalanması konusu araştırılmıştır. Sonuçta öğrencinin adına soyadına ve anahtar kelimelere göre indekslenmiş bir veri tabanı oluşturulmuştur.

2. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Yukarıda sözü edilen öğrenci veri tabanına bilgi giriş ve çıkışları ile diğer işlemler için bir ana bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu programın yazımında PL/I dili kullanılmıştır. Programın sistemin özelliklerine uygun olarak etkileşimli kullanım imkanı vermesi gözetilerek bu dil seçilmiştir. Program, Burroughs A9F bilgisayar sisteminde geliştirilmiştir. Programın ve veri tabanının kişisel bilgisayarda geliştirilmemesinin nedeni Burroughs sisteminin veri tabanındaki bilgilere erişim hızının kişisel bilgisayarlara göre daha hızlı olmasıdır. Ayrıca Kayıt ve Kabul kütüklerine erişim mümkün olabilecektir.

İleride Enstitümüzde Burroughs ve IBM veya uyumlu kişisel bilgisayarlar arasında iletişim ağı kurulduğu zaman kişisel bilgisayarların ek avantajlarından faydalanma imkanıda doğacaktır. Kullanılan bilgisayar sisteminin donanım şeması Şekil 3'de verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

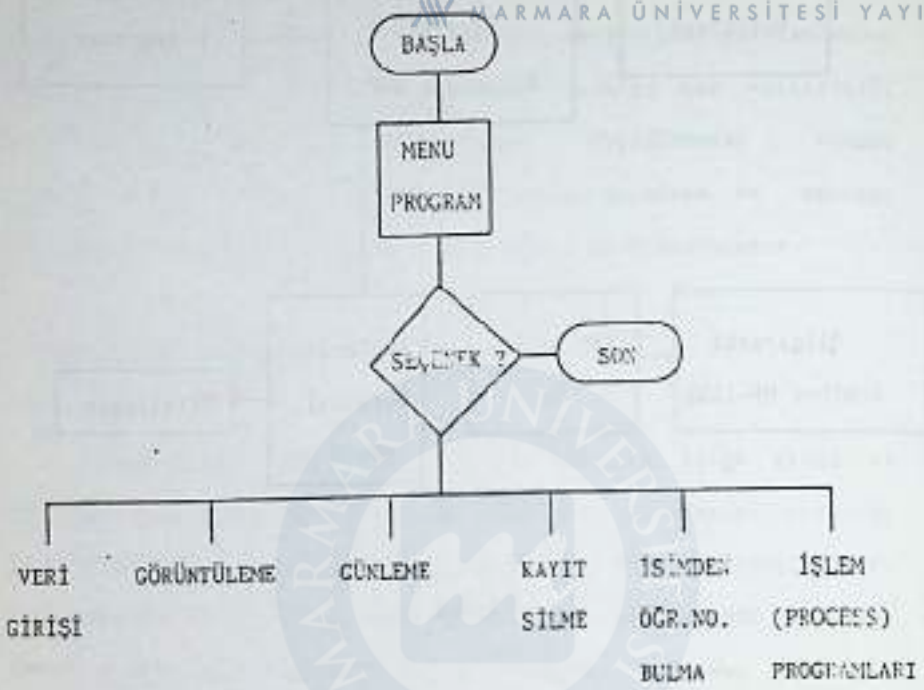


Şekil 3

Bilgisayar Programı: 1 adet Ana Program (Main Program) ve 30 adet Alt Program (Subroutine) dan oluşmaktadır.

Program 966 sektör büyüklüğündedir. (173 880 bayt) Programın blok akış diyagramı ise Şekil 4'de verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 4

3. PROGRAMIN TANITIMI

Program kullanıcıya seçenekler menüsü sunma mantığı içerisinde yazılmış olduğu için yeni eklemelerle gelişmelere açık bir programdır. Dolayısıyla menüdeki seçeneklerin alt menüleri geliştirilebileceği için yeni ekleneler yapmak mümkündür. Şu anda

programın sunduğu seçenekler VERİ GİRİŞİ, GÖRÜNTÜLEME, GÜNLEME, KAYIT SİLME ve İSİMDEN ÖĞRENCİ NO BULMA'dan oluşmaktadır. Bundan sonra eklenmesi planlanan seçenek LİSTELEME olacaktır. Bu seçeneğin kendi alt menüsü olacak ve kullanıcı bu menüden istediği alt seçeneği kullanma imkanına sahip olabilecektir. Enstitüye bağlı olan öğrencilerin gerek Enstitü gerekse Anabilim Dalı bazında çeşitli kategorilere göre listelenmeleri mümkün olacaktır. Buna örnek olarak mezun olduğu Liseye göre, başarı oranına göre, bağlı bulunduğu bölüme göre, bağlı olduğu nüfus kütüğüne göre, kan grubuna göre, v.b. listeleme yapılması verilebilir. Öte yandan elde edilen bu veriler istatistiksel bazı sonuçlara ulaşmayı mümkün kılacaktır.

Şu ana kadar yapılan seçenekler kısaca şu şekilde açıklanabilir.

1. VERİ GİRİŞİ: Verileri kütüğe girerken kullanılabilecek bir seçenektir.

2. GÖRÜNTÜLEME: Daha önceden girilen verilerin görüntülenmesi için kullanılan bir seçenektir.

3. GÜNLEME: Önceden girilen veriler üzerinde herhangi bir değişiklik yapma durumunda kullanılan seçenektir.

4. KAYIT SİLME: Önceden veri kütüğüne girilmiş olan bir bilginin ihtiyaç kalmaması halinde kütükten silinmesini sağlayan bir seçenektir.

5. İSİMDEN ÖĞR. NO BULMA: Bu seçenek kütükte kayıtlı bir öğrencinin numarasının bilinmemesi halinde adı soyadı ve bölümü girilerek öğrencinin numarasının bulunmasını sağlayan bir seçenektir. Bu yolla istenilen bilgiye kolaylıkla ulaşılabilir.

Yukarıda bahsedilen 5.ci seçenek işlem (process) programları denilen ve bir veri tabanındaki kayıtlardan çeşitli çıkarımlarda bulunulmasına olanak tanıyan program türüne basit bir örnek oluşturmaktadır. Şüphesiz bunu takip edecek olan diğer listeleme programlarının daha üst düzeyde bir mantık yaklaşımıyla yazılması gerekmektedir.

Programın şu ana kadar geliştirilen seçeneklerinin bilgisayar ekranında görüldüğü hali ile alınmış bazı çıktıları Şekil 5,6,7'de verilmiştir.

```
TARIH: 18/06/87

     PROGRAM
       NO          KULLANIM AMACI

       1           VERI GIRISI
       2           GORUNTULEME
       3           GUNLEME
       4           KAYIT SILME
       5           ISIMDEN OGR. NO BULMA

KULLANMAK ISTEDIGINIZ PROGRAMIN KODUNU GIRIP XXT'YE BASINIZ
        CIKMAK ICIN XXT'YE BASINIZ
```

Şekil 5

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

TARIH:10/05/87 KIMLIK KUTUCU

SOYADI: OZKAN ADI: MEHMET DOGAN

FAMILYESI.....: 4 BOL/PROS.....: 670

NUF.CUZ.SERI.NO.: 999994201 BA.ADI: MEHMET RAHMI

ANA ADI: AYSEL D.YERI(IL)...: KARS

D.YERI(ILCE)....: TUZLUCA D.TARIHI.....: 6/8/1963

MEDENI HALI.....: E CINSIYET.....: E

KAN GRUBU.....: 7 DINI.....: 1

TABIYETI.....: 01

NUFUSA BAGLI OLDUGU
IL: ANKARA ILCE: ÇANKAYA MAHALLE: BAHCELIEVLER

HER SAYFADAN CIKABILMEK ICIN BOS SAYFA GONDERIN !

Şekil 6

TARIH:10/04/87

CILT NO.....: 032/01 SAYFA NO.....: 23

KUTUK NO.....: 17 CUZDAN BAS.NO: 111097

VERILIS TARIHI..: 10/10/85 IHBARET NO....:

BILDIGI DILLER..: ING

BABA MESLEGI....: DOKTOR

ANNE MESLEGI....: EV KADINI

SIMDIKI ADRES

BUCDAY SOK. 14/15 KAVAKLIDERE ANKARA

ESKI ADRES
ADRI

Şekil 7

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

5. SONUÇ

Yukarıda bahsedilen işlemlerin bilgisayar yardımı ile yapılması ODTÜ Lisansüstü öğrencilerinin her türlü kayıt kabul ve diğer işlemlerine büyük kolaylık getireceği anlaşılmaktadır. Kayıtların daha hızlı yapılmasının yanı sıra kayıt sonrası bilgi taramalarında çok hızlı bir bilgi erişimi sağlanabilecektir. Bu gerek idari açıdan daha hızlı bir bilgi giriş çıkışı ve gerekse bilimsel açıdan çok daha hızlı istatistiksel sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır. Öte yandan ileride kurulması olası Üniversitelerarası bilgisayar ağına da kolaylıkla adaptasyonu mümkün olacaktır.

6. KAYNAKÇA.

1. Öğrenci Veri Tabanı İşletim Programı Kullanım Kılavuzu, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1987.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XIV. STOK KONTROL

XIV. I. *Stok Kontrolünde Malzeme İhtiyaç Planlaması* XVI-1
Doç. Dr. CENGİZ YILMAZ, Kayseri Meslek Yüksek Okulu, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Ar. Grv. SITKI İLKAY, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

XIV. II. *Etkileşimli Stok Projesi* XVI-13
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN KARABELLİ, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, İzmit, ZEKERİYA AKSOY, SEDAT BABALIK, Petkim Bilgi-İşlem Merkezi, İzmit.

XIV. III. *Bir Tekstil Sanayi İşletmesinde Doğrusal Programlama İle Stok Kontrolu* XVI-19
Yrd. Doç. Dr. MAHMUT TEKİN, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

XIV. IV. *İki Ürünlü Envanter Sistemlerinde Markov Karar Süreci Modelinin Uygulanması* XVI-31
Prof. Dr. ALAETTİN KUTSAL, Dr. AYŞEN APAYDIN, İstatistik Bölümü, Fen Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

STOK KONTROLÜNDE MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI

Doç.Dr. Cengiz Yılmaz Erciyes Üniversitesi Kayseri Meslek Yüksek Okulu
Arş.Grv. M.Sıtkı İlkay Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Son 25 yılda başta ABD olmak üzere tüm gelişmiş ülkelerde işletme yöneticilerinin dikkatleri stok kontrol problemleri üzerinde yoğunlaşırken, ülkemizde bu konuya henüz yeterince ilgi gösterilmemektedir.

Ancak günümüzde işletmelerimizin stok yatırımları çok önemli boyutlara ulaşmıştır. Bir yandan yüksek stok yatırımlarının ortaya çıkardığı finansal güçlükler, diğer taraftan yanlış stok politikaları ve uygulama hataları bir çok işletmeyi zor durumlara düşürmektedir.

Bütün bunlara rağmen ülkemizde stok kontrolü konusunda ciddi bir çalışma yapıldığını söylemek oldukça güçtür. Oysa işletmelerimiz için en uygun stok kontrol sistemi veya sistemlerinin belirlenmesi ve zaman kaybedilmeksizin uygulamaya konulması bir zorunluluk halini almıştır.

Bu bildiride imalat işletmelerinin üretim stoklarının yönetiminde oldukça başarılı sonuçlar veren MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI (Material Requirements Planning-MRP) sistemi incelenerek sistemin başarısı için gerekli şartlar, sistemden beklenen faydalar ve uygulama problemleri, sistemin ülkemizde uygulanma imkanı tartışılacaktır.

I.GİRİŞ

1960 ve 70'li yıllarda başta ABD olmak üzere tüm gelişmiş ülkelerde işletme yöneticilerinin düşüncelerinde önemli bir değişme olmuştur. Enflasyonun artan temposu, paranın maliyetinin artması ve tüm bunların firmanın nakit akışı üzerindeki artan baskısı işletme yöneticilerinin dikkatlerini diğer alanlardan stok kontrolü alanına yöneltmiştir.

Ülkemizde ise stok kontrolüne gereken ilginin gösterilmemesinin nedenleri kanaatimizce aşağıdaki gibi sıralanabilir:

İşletme amaçları ile stoklar arasındaki ilişkinin işletme yöneticilerince yeterince anlaşılamamış olması. Stokların maliyet ve kar üzerindeki etkilerinin önemsenmemesi. Stokların verim azalışı üzerindeki etkilerinin göz ardı edilmesi.

Ayrıca 1980'lerden önce seyretmekte olan yüksek enflasyon oranı ve buna karşılık uygulanan düşük faiz politikasının firmaları mümkün olduğu kadar fazla stok bulundurmaya teşvik etmesi. Belki de en önemlisi işletmelerimizde hala daha "Ne üretiseen satarsın" anlayışının hakim olması.

Ancak günümüzde stoklar, bazı endüstri kollarında toplam aktiflerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Örneğin ülkemizde Türkiye Sınai Kalkınma Bankası'nın finanse ettiği sanayi kuruluşlarında stokların toplam aktiflere oranı 1976 yılında ortalama olarak %25.6, dönen değerlere oranı da %45.2 olarak belirlenmiştir[1]. Sermaye piyasası kanununa tabii 12 değişik iş kolundan toplam 21 imalatçı firmanın 1985 yılı bilançoları üzerinde yapılan bir çalışmaya göre ise bu firmaların stoklarının toplam aktiflere oranı ortalama olarak %24, dönen değerlere oranı %40 olarak bulunmuştur[7].

Genel olarak stokların yüksek olması üretim hızının düzgün yürütülmesi, tedarik, üretim ve taşıma maliyetlerinin azaltılması ve müşteri isteklerinin zamanında karşılanması gibi avantajlar sağlar. Buna karşılık çok yüksek mali yatırım gerektirir. Ayrıca depolama ve bilgi işleme maliyetlerinin yükselmesine, hammadde ve malzemenin bozulma riskinin artmasına neden olur. Bu konuda firmaların ana problemi avantaj ve dezavantajların dengelendiği uygun stok politikalarının belirlenmesidir. Ancak firmalarımızın bu konuda başarılı olduklarını söylemek oldukça zordur.

Günümüzde yanlış stok politikaları ve uygulama hataları yüzünden bir çok işletmenin kritik duruma düştüğü bir gerçektir. Bazen büyük nakit sıkıntısı içinde olduğu belirtilen bir işletmede imalat bölümleri arasına dağılmış halde nakit ihtiyacını karşılayabilecek miktarda hammadde ve yarı mamül stoku olduğu görülür. Bazı işletmelerde de yeterli ham madde stoku olduğu belirtildiği halde, bir kaç önemsiz parça yüzünden tüm üretimin aksadığına rastlanır.

Giderek zorleşen rekabet şartları ve azalan kar marjları işletmelerimizi diğer faaliyet alanlarında olduğu gibi stok kontrolu konusunda da daha rasyonel çalışmaya zorlamaktadır. Bütün bunlara rağmen Ülkemizde stok kontrolu konusunda ciddi bir çalışma yapıldığını söylemek oldukça güçtür. Oysa işletmelerimiz için en uygun stok kontrol sisteminin belirlenmesi ve zaman kaybedilmeksizin uygulamaya konulması bir zorunluluk halini almıştır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

O halde günümüzde işletmelerimiz için en uygun stok kontrol sistemini seçmek sorunuyle karşı karşıya bulunmaktayız. Mevcut sistemler arasından bir seçim yapebilmek için, öncelikle alternatif stok kontrol sistemlerini tanımak ve değerlendirmek gerekir.

Son yirmi yıla gelinceye kadar tartışmasız bir şekilde kullanılan İstatistiksel Stok Kontrol sistemleri yukarıda sözü edilen gelişmeler karşısında başarısız bulunmuş ve özellikle üretim ortamında stok kalemlerinin bir birine bağlılığını göz ardı ettiği için kullanılmaması gerektiği savunulmaya başlanmıştır. İstatistiksel Stok Kontrol'e alternatif olarak, üretim ortamına daha uygun olan MRP (Material Requirements Planning) sistemi ortaya konmuştur.

MRP sistemi ve İstatistiksel Stok Kontrol sistemleri karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo I'de özetlenmiştir.

Tablo I. MRP ve İstatistiksel Stok Kontrol Sistemlerinin Karşılaştırılması

	MRP SİSTEMİ	İSTATİSTİKSEL STOK KONTROL SİSTEMİ
Talep	Bağımlı	Bağımsız
Sipariş Felsefesi	İhtiyaçlar	Tekrar tamamlama
Tahmin	Ana üretim programına dayanır	Geçmişteki talebe dayanır
Kontrol Kavramı	Tüm stok kalemlerinin kontrolü	ABC yöntemine göre kontrol
Amaçlar	Üretim ihtiyaçlarını karşılama	Tüketici ihtiyaçlarını karşılama
Sipariş Büyüklüğü	Birçok sipariş büyüklüğü tekniği MRP ile uyum içinde kullanılabilir	Çoğunlukla ekonomik sipariş miktarı formülünden bulunur
Talep Kalıbı	Kesikli, fakat önceden tahmin edilebilir	Tesadüfi
Etkili Oldukları Stok Çeşitleri	Ham madde, yarı mamül ve hazır parçalar	Son ürünler

Kaynak : M. Sıtkı İlkay, "İstatistiksel Stok Kontrolünden Üretim Kaynaklarının Planlanmasına," Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, 1987, s.81

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. MRP SİSTEMİ

MRP sistemi ana üretim programındaki talebi karşılamak üzere ana üretim programını stok kalemlerinin her biri için, zamanlanmış net ihtiyaçlara ve planlanmış sipariş miktarlarına çeviren birbirine bağlı işlemler, karar kuralları ve kayıtlardır.

MRP sistemi stok kalemleri arasındaki bağımlılığı dikkate alır. Bu nedenle eğer bir son ürün için talep biliniyorsa MRP sistemi kullanılarak bu son ürünü üretmek için gerekli ham madde, yarı mamül ve parça miktarları hesaplanabilir.

MRP sisteminde son ürün ve onu oluşturan parçalar arasında bağımlı bir ilişki kurulduğundan gerekli parça miktarları ve ne zaman gerekli oldukları doğru olarak belirlenebilir. Bu nedenle bir çok araştırmacı üretim stoklarının MRP sistemi ile yönetilmesi konusunda birleşmektedirler[6,8].

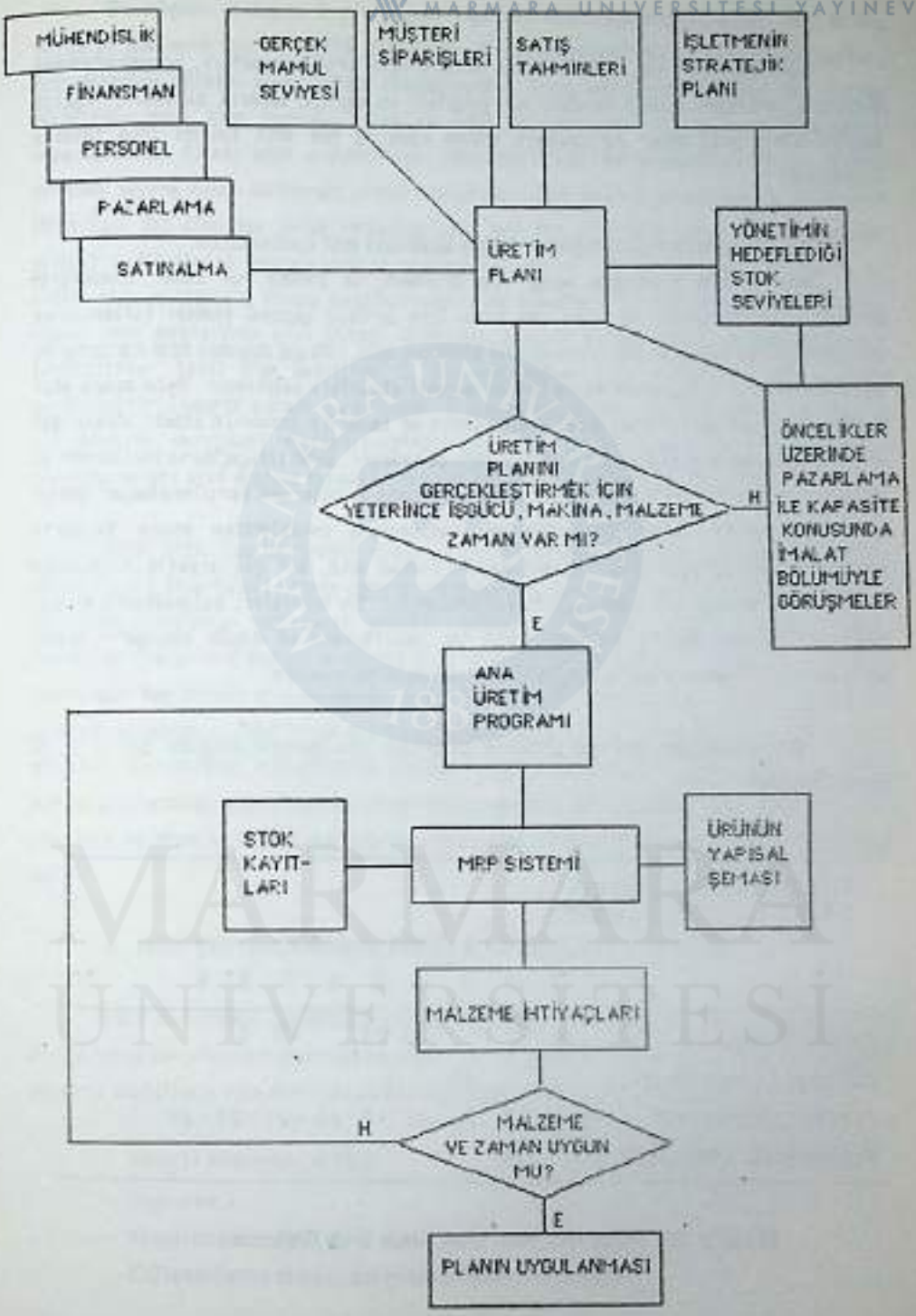
MRP sisteminin çalışabilmesi için en azından, ana üretim programı, ürünün yapısal şeması ve stok kayıtları bilinmelidir.(ŞEKİL 1.)

Ana üretim programı, son ürüne olan ihtiyaçların zaman ve miktar olarak ifadesidir. Bu program başlıca iki fonksiyonu yerine getirir[5].

Bunlardan birincisi, malzeme ihtiyaçlarının, sipariş önceliklerinin ve kısa dönem kapasite ihtiyaçlarının planlanması ve parçaların üretimi için bir temel sağlamak. İkincisi ise, makina, işgücü vb. firma kaynaklarına uzun dönemde olan talebi tahminlemede bir temel oluşturmaktır.

Ürünün yapısal şeması son ürünün bir biriminin üretimi için ihtiyaç duyulan ham madde, yarı mamül ve parçaların neler olduğunu, gerekli miktarları ve birbirleriyle hangi aşamada birleştirileceklerini gösterir[6].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



ŞEKİL 1. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI MODELİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Stok kayıtları ise, her bir stok kalemi için brüt ihtiyaçları, programlanmış girişleri, beklenen eldeki miktarı vb. bilgileri ve ayrıca, tedarik süreleri, sipariş büyüklükleri gibi diğer ayrıntıları ihtiva eden ve her stok kalemi için tutulan kayıtlardır.

MRP sisteminin çalışması ise kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir :

Ana üretim programı hangi son üründen, ne zaman, ne kadar istendiğini gösterir. Bu ihtiyaçlar her bir son ürün için ürünün yapısal şeması kullanılarak genişletilir. Bu işlem sonucu, son ürünü üretmek için, ihtiyaç duyulan tüm malzeme ve parçaların brüt ihtiyaçları ve ne zaman gerekli oldukları belirlenir. Daha sonra stok kayıtları gözden geçirilerek brüt ihtiyaçların ne kadarlık kısmının eldeki stoklardan ve programlanmış girişlerden karşılanacağı belirlenir. Brüt ihtiyaçların stoklardan ve beklenen teslim tarihleri itibariyle programlanmış girişlerden karşılanamayan kısmı net ihtiyaçlardır. Brüt ihtiyaçlar net ihtiyaçlara çevrildikten sonra bunların siparişlere dönüştürülmesi ihtiyacı doğar. Bunun için, bir çok sipariş büyüklüğü tekniği MRP sistemiyle uyum içinde kullanılabilir. Bu teknikleri kullanmanın amacı, üretim sürecinde kullanılan ham madde ve malzemenin en düşük maliyetle temin edilmesini sağlıyacak sipariş büyüklüklerinin belirlenmesidir.

MRP sisteminde bir malzemenin yönetimi için gerekli bilgiler ŞEKİL 2' de gösterilmiştir.

TEDARİK SÜRESİ : 3 DÖNEM
SİPARİŞ MİKTARI: 25 BİRİM

		DÖNEMLER								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
BRÜT İHTİYAÇLAR			2		10	13		20	4	
PROGRAMLANMIŞ GİRİŞLER				20						
ELDEKİ STOK MİKTARI	(4) 4		2	22	12	-1	-1	-21	-25	-25
PLANLANMIŞ SİPARİŞLER			25							

ŞEKİL 2. Bir Parça için MRP Sisteminde Bilgi Gösterimi

Bu bilgiler malzeme temin planının geliştirilmesinde kullanılırlar. Her ürün, parça ve malzeme için dört bilgi gereklidir. Bu bilgilerden ilki olan brüt ihtiyaçlar, her dönemde gerekli olan toplam miktarlardır. Programlanmış girişler ise, firma tarafından daha önce verilmiş olan ve belli bir dönemde ele geçmesi düşünülen siparişlerdir. Eldeki stok miktarı ise, dönemin talebi karşılandıktan sonra dönem sonunda stokta kalan miktardır. Brüt ihtiyaçlar, ana üretim programında dönemler itibariyle yer alan son ürün ihtiyaçlarının her bir son ürün için ürünün yapısal şeması kullanılarak genişletilmesi sonucu belirlenir. Programlanmış girişler ve eldeki stok miktarları firma kayıtlarından elde edilirler. Planlanmış siparişler ise, eldeki stok miktarının eksi olduğu dönemden tedarik süresi kadar geriye gidilerek başlatılırlar. Şekil 2'ye bakılırsa 5. dönemde eldeki stok miktarının eksi olduğu görülecektir. Tedarik süresi bu örnekte 3 dönem olduğundan 2. dönemde 25 birimlik bir sipariş verilmesi düşünülmektedir. Sipariş büyüklüğünü belirlemek için, literatürde yer alan değişik tekniklerden en uygunu seçilerek kullanılabilir.

MRP stok kayıtlarındaki planlanmış siparişleri gözden geçirmek suretiyle zamanı gelen siparişleri ortaya çıkarır ve bunların gerekli oldukları zamandan hemen önce elde olmalarını sağlayacak şekilde sipariş edilmelerini sağlar. Sistem ayrıca, planlanan ile gerçek durum arasında fark olduğunda bundan etkilenen her bir stok kaleminin kaç dönem için ve hangi yönde yeniden planlanması gerektiğini belirleme yeteneğine sahiptir. MRP hangi ürünlerin hangi miktarlarda ve ne zaman üretileceğini gösterir. Bu veriler kullanılarak ihtiyaç duyulan kapasiteler belirlenebilir. MRP ayrıca performans kontrolüne yardımcı olan raporlar sağlayarak hatalar, aşırı iskarta oranları ve sipariş teslim gecikmeleri gibi ana sapmalara dikkat çekerek yönetimi uyarır.

3. MRP SİSTEMİNİN BAŞARISI İÇİN GEREKLİ ŞARTLAR

MRP sisteminin uygulanmasında her yeni sistemin uygulanmasında karşılaşılan zorluklarla karşılaşılır. Bununla beraber, konuyla ilgili araştırmalar MRP sisteminin başarılı olabilmesi için dört şartın gerekli olduğunu göstermektedir[6] -

- Yeterli bilgisayar desteği
- Doğru veri
- Yönetimin desteği
- Kullanıcıların sistem hakkında bilgi sahibi olmaları.

MRP sistemi çok geniş çaplı bilgi işlem yükü gerektirdiği için, bilgisayarın yaygın olarak kullanılmaya başlanmadığı dönemlerde neredeyse hiç uygulanma imkanı bulamamıştır. Günümüzde bilgisayarların çoğalıp ucuzlaması ve MRP yazılım paketlerinin artmasıyla sistemin kullanımı da artmıştır.

MRP sisteminin başarısı için ikinci şart doğru veridir. Bu nedenle başta ana üretim programı, ürünün yapısal şeması ve stok kayıtları olmak üzere sistemin tüm verileri kabul edilebilir bir doğruluk düzeyinde olmalıdır.

MRP sisteminin başarısı için yönetimin desteği, üzerinde önemle durulması gereken konulardan biridir. Yapılan araştırmalar sistemin başarısı için üst yönetimin desteğinin anahtar rolü oynadığını ortaya koymuştur[6]. Üst yönetim MRP sisteminin düzenlenmesi ve işletilmesiyle yakından ilgilenmelidir.

Böyle bir sistemin başarısı için son şart, işletmenin tüm seviyelerindeki kullanıcıların sistem hakkında bilgi sahibi olmalarıdır. İşletmenin tüm çalışanları MRP sisteminin uygulanmaya başlanmasıyla rollerinin ve sorumluluklarının nasıl etkileneceğini bilmelidirler. Sistem kullanılmaya başlanırken tüm orta ve üst düzey yöneticilerin ve çalışanların sistem hakkında bilgi sahibi olmalarına gerek vardır.

4. MRP SİSTEMİNİN KULLANIM ALANLARI VE SİSTEMDEN BEKLENEN FAYDALAR

Bu güne kadar yapılan çalışmalar MRP sisteminin özellikle imalat işletmelerinde ve montaj sanayilerinde başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bununla beraber MRP'nin dağıtımla ilgili işletmelerde daha az denendiği de bilinen bir gerçektir. Bu işletmelerde MRP'nin klasik yöntemlere göre daha başarılı olduğu ancak, bu başarının imalat işletmelerinde olduğu gibi çok yüksek oranlara erişmediği görülmüştür.

Greene ise, son ürünün pahalı ve karmaşık olması ve bir kaç aşamada montaj edilmesi, parçalar ve ham maddeler için tedarik süresinin nisbeten uzun olması ve son ürünün imalat süresinin uzun olması şartlarından birinin veya hepsinin söz konusu olduğu durumlar için MRP sisteminin uygun olduğunu ifade etmektedir[3].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Orlicky MRP sisteminin uygulanması sonucunda sağlanacak faydaları aşağıdaki gibi sıralamaktadır[5].

- Stok yatırımı en aza indirilebilir
- MRP sistemi değişmelere karşı hassastır ve geleceğe bakış imkanı sağlar
- MRP sisteminde stok kontrolü kırtasiyecilikten çok faaliyete yöneliktir
- Sipariş verilen miktarlar ihtiyaçlarla direkt ilişkilidir
- İhtiyaçların zamanlanması, miktarlar ve sipariş faaliyeti üzerinde önemle durur.

5. MRP SİSTEMİNİN UYGULAMA PROBLEMLERİ VE ÜLKEMİZDE UYGULANMA İMKANI

Son 20 yıl içinde Amerikan işletmeleri MRP sistemine milyarlarca dolar harcamışlardır. Buna rağmen MRP sistemini kullanan tüm işletmelerin bu sistemi başarıyla kullandıkları söylenemez. Bu başarısızlıkların genellikle uygulama esnasında üst yönetim desteğinin eksikliğinden, ana üretim programının gerçek durumu yansıtmamasından, ürünün yapısal şemasının doğru olarak hazırlanmamasından, kullanıcıların eğitim eksikliğinden ve veri tabanının zayıf olmasından kaynaklandığı söylenebilir[4].

Cox ve Clark ise MRP'nin uygulama problemlerini genel olarak üç grupta toplamaktadırlar[2].

- Yönetim problemleri
- Teknik problemler
- İşgücü problemleri

Yönetim Problemleri : Bir yandan iş yöntemlerinin ortaya çıkardığı süreklı sorunlar, öte yandan hızlı bir şekilde ortaya çıkan yeni teknikler yöneticiyi güvensizliğe ve kararsızlığa itmektedir. Bu durum yöneticinin görevini kolaylaştıracak yeni fikirleri kabul etmesi yerine onların uygulanmasına karşı koymasına neden olur. Bu tür problemler yalnızca MRP sistemi için değil tüm yenilikler için geçerlidir.

Ayrıca ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerde işletmelerin bölüm yöneticileri arasında ilişkilerin çok kopuk ve bilgi aktarımının çok zayıf olduğu bilinmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Oysa sağlıklı bir ana üretim programı hazırlanmasında bölümler arası ilişki ve bilgi aktarımı çok önemlidir(ŞEKİL 1).

Teknik Problemler : MRP sisteminin başarısı için bilgisayar desteğinin önemi daha önce vurgulanmıştı. Ancak bilgisayar ve MRP paketlerinin seçiminde birtakım hatalar yapılmaktadır. Bu hatalardan en yaygını işletmenin özelliklerinin ve gelecekteki gelişmelerin dikkate alınmamasıdır. Bir bilgisayar ve MRP paketi uzun dönemli bir yatırımdır. Bu nedenle işletme büyürken bunlar da büyüme kabiliyetine sahip olmalıdır. Bugün için gereksiz görünen bir çok özellik gelecek bir kaç yıl içinde çok önemli olabilir.

Bilindiği gibi ana üretim programı işletmenin malzeme ve kapasite ihtiyaçlarını planlamada bir temel oluşturur. MRP sistemi ana üretim programındaki ihtiyaçlara göre siparişlerin yerine getirilmesini sağlar. Ana üretim programının doğru bir şekilde belirlenebilmesi için işletmenin stratejik planının olması, yönetimin hedeflerini belirlemesi, satış tahminlerinin bilimsel ve doğru olarak yapılması gerekir. Ülkemiz işletmelerinin konuya yeterince önem vermeleri ise doğru bir ana üretim programının temel taşıdır.

Öte yandan MRP sisteminin çalışması için ihtiyaç duyulan veriler doğru ve geçerli olmalıdır. Bu konuda problem genellikle ürünün yapısal şeması ve stok kayıtları alanlarında doğar. Yönetim genellikle kaliteli bir veri tabanı için verilmesi gereken önemi gözden kaçırır. Bu nedenle doğru olmayan verilere dayanılarak geliştirilen programlar bir çok problemin doğmasına neden olur.

İşgücü Problemleri : Bir sistemin verimliliği sadece teknik olarak iyi tasarlanmasına değil, aynı zamanda iyi bir şekilde kullanılmasına da bağlıdır. Bu bakımdan işletmenin tüm çalışanları MRP sisteminin niçin ve nasıl kullanılacağını kavramalıdırlar. İşletmelerde çalışanların MRP sistemini anlamalarını ve böylece sistemin tasarımına katılmalarını sağlamak için işgücü eğitim programları gereklidir.

6. SONUÇ

MRP sistemi büyük mali yatırım, çok geniş çaplı ve doğru veri gerektirmekle beraber işletmelerimiz için uygun bir sistem görünümü vermektedir. Sistemin uygulanmasında ilk şart personelin yeni çalışma sistemine alıştırılmasıdır. Bu nedenle

personele işletmede ortaya çıkan gelişmelere göre, sistemin sürekli olarak güncelleştirilmesi, doğru ve titiz kayıt tutma alışkanlığının kazandırılması, işletme düzeyinde stok kontrolü, parça ve malzemelerin alımı, dağıtımı konularında belirli disiplin kurallarının geliştirilmesi için gerekli eğitimin verilmesi şarttır.

Elbette bir firmanın tek başına gösterdiği çaba o firmadaki MRP sisteminin başarısı için yeterli değildir. Çünkü MRP için gerekli bilgilerin bir kısmı işletme dışından gelmek zorundadır. Ayrıca firmanın üretmediği parça ve ham maddeleri başka firmalardan alması halinde tedarik kaynağı diyebileceğimiz bu firmaların da planlı çalışmaları ve güvenilir olmaları gerekmektedir. Belki de gelişmekte olan ülkelerin MRP ve benzeri sistemleri uygulamasında en büyük zorluk firmalar arası ilişkilerin planlanması ve yürütülmesidir.

KAYNAKLAR

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Akgüç, Öztin, **Finansal Yönetim**, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını, İstanbul, 1979.

2. Blackstone, John H. and James F. Cox, "MRP Design and Implementation Issues For Small Manufacturers," **Production and Inventory Management**, Cilt 26, ss. 70-74, 1985.

3. Greene, James H., **Production and Inventory Control Systems and Decisions**, Richard D.Irwin Inc., Homewood, Illinois, 1974.

4. Krupp, James A. G., "Why MRP Systems Fail : Traps To Avoid," **Production and Inventory Management**, Cilt 25, s.48, 1984.

5. Orlicky, Joseph, **Material Requirements Planning**, McGraw-Hill, Inc., New York, 1975.

6. Schroeder, Roger G., **Operations Management : Decision Making In The Operations Function**, McGraw-Hill Inc., New York, 1981.

7. Yılmaz, Cengiz ve M. Sıtkı İlkay, "İmalat Sanayiinde Stok Yatırımları ve Ortaya Çıkardığı Sorunlar," Yayınlanmamış Çalışma.

8. Yılmaz, Cengiz, "Yeni Bir Envanter Kontrol Tekniği : MRP," **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Sayı 4, s.194, 1983.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ETKİLEŞİMLİ STOK PROJESİ

Yrd.Doç.Dr.Hüseyin Karabelli
Y.Ü.Kocaeli Müh.Fak.,İzmit

Zekeriye Aksoy-Sedat Babalık
PETKİM Bilgi İşlem Merkezi,İzmit

ÖZET: Etkileşimli stok projesi, stok durumunu ve malzeme hareketlerini izleyerek asgari stok'un altına düşen malzemeleri otomatik olarak siparişe bağlamak, istenildiğinde otomatik muhasebeleştirme ile her türlü bilgiyi anında kullanıcıya sunmak amacıyla hazırlanmış paket bir projedir. Projede stoklara ait bilgiler ambar bazında sırayla görüntülenir. Grup veya muhasebe hesap kodu bazında devir, giriş, çıkış, kalan stok miktarları ve tutarları ekranda izlenebilir.Proje, grup veya stok kodu bazında stok hareketlerinin türlerine göre yada aylar itibariyle izlenmesini sağlar.

Etkileşimli stok projesi 7 ana fonksiyon ile bunlara bağlı 42 alt fonksiyondan oluşur. Projenin PL/1 diliyle yazılmış programı halen PETKİM'de başarıyla uygulanmaktadır.

1. GİRİŞ

Çoğu kez şirketler yada holdingler,bilgisayar hizmetlerini kendi örgütleri içindeki bir birimde yürütmeyi uygun görürler. Şirketler kendi yapıları içinde ayrı bir birim olarak bilgi işlem merkezleri kurarlarken, holdingler genellikle holdinge bağlı bir bilgi işlem birimi ile bilgisayar hizmetlerini öteki şirketlere veya birimlere

götürüler. Değişik yaklaşımlardan biri de salt bilgisayar hizmeti yürüten bir şirketle öteki şirketlere hizmet götürmektir.

Seçim ne olursa olsun eskiden slogan hazır "paket uygulama" idi. Bunun içinde uygulamaları standart hale getirmek gereklidir. Standardizasyon çalışmaları uzun zaman almakta ve paket uygulamalarını güçleştirmektedir. Üstelik hazır paket programlardaki kilitlenmeler de sorun olmakta, paket yapısını bilmeyen programcılar sorunu çözmekte güçlüklerle karşılaşmaktadırlar.

Artık hazır paket uygulama alanları bitmiştir. Paket uygulamalar ticari alanda kalmak zorundadır. Sınai alanlarda standart koymak olanaksızdır. Bu nedenle bilgi işlem merkezleri kendi projelerini hazırlamak ve programlarını yazmak zorundadırlar.

Bu çalışmada işletmenin yapısına uygun olarak tasarlanan bir stok kontrol projesi tanıtılmaktadır. Proje tamamiyle yazarlara ait olmakla birlikte çeşitli kaynaklardan yararlanılmıştır [1,2,3,4].

2. KÜTÜK YAPILARI

Etkileşimli stok projesi MASTER, HAREKET, TUTARSIZ HAREKET, AMBAR, STOK KODLARI ve SARF YERLERİ adlarında beş kütük kullanmaktadır. Her kütük kaydı, sırasıyla 45,113,7,26,5,4 bilgi alanı içerir. Bu alanlarda sayısal ve karekter bilgiler tutulmaktadır. Her kaydın son bilgi alanı yedek anlamında boş bırakılmıştır.

3. FONKSİYON TANIMLARI

Proje 7 ana fonksiyon ile 42 alt fonksiyondan oluşur. Fonksiyonlar aşağıda tanıtılmıştır. Projenin ana menüsünün amacı, işlem guruplarını görüntülemek ve istenilen ana fonksiyona sapmayı sağlamaktır. Ana menü ekranında SEÇENEK NO, ŞİRKET KODU ve PAROLA girildiğinde ana fonksiyonlardan birine sapılır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Stok Master İşlemleri

Amaç: Malzemelere ait ana bilgileri saklamak ve takip etmek. İlave, güncelleme, iptal, ambar görüntüleme, muhasebe görüntüleme, stok yeterlik durumu, özet stok raporları (istenilen düzeyde grup toplamı, son durumu ve hareket türlerine göre aylık durum raporu) işlemlerini yapmak ve kontrol sayısı hesaplama.

Stok Master İşlemleri ana fonksiyonu 8 alt fonksiyon kullanır.

01. Stok İlave: Stok master dizisine yeni stok kodunu ilave etmeyi sağlar.
02. Stok Güncelleme: Stok master dizisindeki bazı bilgileri günceller.
03. Stok İptal: Fonksiyonun amacı,iptal edilmek istenilen stok kodunu iptal anlamında işaretlemektir.
04. Stok Ambar Görüntüleme: Stok master bilgilerini istenilen grup ve kod numarasından itibaren sıra ile görmeyi sağlar.
05. Stok Muhasebe Görüntüleme: Stok master bilgilerini istenilen grup veya kod numarasından başlayarak sıra ile tutar ve fiatları ile birlikte görüntüler.
06. Stok Yeterlik Durumu: eldeki stok'un tüm ambarlardaki miktarları gözönünde bulundurularak kaç gün yetebileceğini belirler.
07. Stok Özet Raporları: İstenilen grup veya stok bazında devir, giriş, çıkış ve kalanın miktar ve tutarını görüntüler.
08. Kontrol Sayısı Hesaplama: İstenilen bir kodun kontrol sayısını hesaplar.

Stok Ambar İşlemleri

Amaç: Dokuz alt fonksiyondan oluşan stok ambar işlemleri fonksiyonu, giriş, çıkış, iade, transfer ve miktar düzeltme işlemlerinin yapılmasını sağlar. Ayrıca fiş ve stok kartı görüntüleme, fiş dökümü ve kritik malzeme raporu çıktılarının alınması amacına yöneliktir.

Stok ambar işlemleri 9 alt fonksiyon kullanır.

01. Giriş: Stok giriş ekranını görüntüleyerek giriş işlemi yapılmasını sağlar.
02. Çıkış: Malzeme çıkışı yapma amacına yöneliktir.
03. İade: İade işlemini gerçekleştirir.
04. Transfer: Malzeme transferi yapar.
05. Miktar Düzeltme: Miktar düzeltme ekranı vasıtasıyla düzeltme işlemleri yapılır.
06. Fiş Görüntüleme: Stok hareket fişlerinin ekranda görüntülenmesini sağlar.
07. Fiş Dökümü: Ambar departmanlarında düzenlenen stok hareket fişlerinin, anında veya belli bir süre sonra yazıcıdan alınması amacına yöneliktir.
08. Stok Kartı Görüntüleme: Bir stokla ilgili istenen herhangi bir dönemdeki veya yılbaşından itibaren yapılan tüm hareketleri içeren ambar stok kartını oluşturur. Dönem başı ve sonu devir miktarlarını giriş, çıkış, iade, transfer ve toplam miktarları görüntüler.
09. Kritik Malzeme Raporu: Çeşitli ambarlarda bulunan belli kritik malzeme grubunun o andaki durumunu miktar olarak verir.

Stok Muhasebe İşlemleri

Bu ana fonksiyonun amacı muhasebeye yönelik işlemlerin yapılmasıdır.

01. Giriş: Ambar tarafından girişi yapılıp, tutarsız formlar dizisine fiş numarası ilave edilen girişleri tutarlandırır. Girişlerin muhasebeye yönelik bilgilerini tamamlar.
02. Çıkış: Ambarın çıkış yapılan fişi üzerine masraf çeşidinin girilmesini sağlar. Gerektiğinde hareket kodunu, çıkan ünitcyi ve sarf yerini değiştirir.
03. İade: Ambar tarafından iade hareketi işlenir. Tutarsız formlar dizisine fiş numarası ilave edilir. İade hareketlerini tutarlandırır ve muhasebeye yönelik bilgilerini tamamlar.
04. Transfer: Ambarın transfer yaptığı fişi tutarlandırır.

05. Tutar Düzeltme: Tutar düzeltme işlemlerini yapar.

06. Fiş Görüntüleme: Terminal yazıcısından dökünü istenen fişleri görüntüler.

07. Fiş Dökümü: Ambar tarafından düzenlenip, muhasebe departmanınca muhasebe ile ilgili bilgileri tamamlanan stok hareket fişlerini anında veya belli bir süre sonra terminal yazıcısından dökümünü sağlar.

08. Stok Kartı Görüntüleme: Bir stokla ilgili istenen bir dönemdeki veya yılbaşından itibaren yapılan tüm hareketleri görüntüleyerek stok kartını oluşturur. Dönem başı ve sonu stok miktar ve tutarları ile giriş,çıkış, iade,transfer,düzeltme hareketlerini ve her hareketle oluşan ortalama fiatları görüntüler.

09. Tutarsız Fişleri Görme: Ambar tarafından paralı ambarlar için düzenlenen tüm hareketlerde tutarsız formlar dizisine bir kayıt ilave eder.Bu kayıtlar muhasebe ile ilgili fişe gerekli işlemleri yapmasına kadar bu dizide saklanır. Bu şekilde muhasebe departmanları istediklerinde işlenmemiş fişleri görebilirler.

Ambar Master İşlemleri

Stok hareketlerini ambar bazında izler. Ambarlarla ilgili bilgileri diziye ilave eder,günceller,iptal ve görüntüleme işlemlerinin yapılmasını sağlar. Stok kodları ilave edilmeden önce, hangi ambarın stoku ise ilgili ambarın sisteme tanıtılmış olması gerekir.

Şirket Master İşlemleri

Şirketlerle ilgili bilgilerin ilave,güncelleme,iptal ve görüntüleme işlemlerinin yapılmasını sağlar.

Sarf Yerleri İşlemleri

Sarf yerleri ile ilgili bilgileri diziye ilave eder,güncelleyer,iptal ve görüntüleme işlemlerini yapar.

Stok Grup Kodları İşlemleri

Grup kodları ile ilgili bilgilerin ilave, güncelleme, iptal ve görüntülenmesi amacına yöneliktir.

4. SONUÇ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İyi tasarlanmış bir stok kontrol projesi işletmelere %30 civarında bir karlılık oranı sağlamaktadır. Bu nedenle özellikle üretim ve pazarlama şirketlerinin ilk bilgisayar uygulamaları içinde stok kontrol yer almaktadır. Bu bildiri çerçevesinde verilmeye çalışılan bu proje iki yıl süren yoğun bir çalışma döneminden sonra ortaya çıkmıştır. Projeye dayalı olarak yazılan program tüm hatalarından ayıklanarak sorunsuz çalışır hale getirilmiştir. Proje tasarlanırken her türlü şirketin bünyesine kolaylıkla adapte olabilecek şekilde düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Devitsiotis,N.K., Operations Management, McGrow-Hill, New York, 1981.

2. Johnson,L.A. and Montgomery,D.C., Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control, Wiley, London,1974.

3. Orlicky,J., Material Requirements Planning, McGrow-Hill New York, 1974.

4. Tersine, J.R., Principles of Inventory and Materials Management, North Holland,NY,1982.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

BİR TEKSTİL SANAYİ İŞLETMESİNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE STOK KONTROLÜ

YRD.DOÇ.DR.MAHMUT TEKİN
S.Ü.MÜH.-MİM. FAKÜLTESİ
KONYA

ÖZET

Sanayi işletmeleri üretimlerini; kapasite, işgücü, hammadde, yardımcı madde ve finansal kaynak gibi birtakım sınırlayıcı koşullara bağlı olarak sürdürmektedirler. Bu kaynakların gereğinden az veya fazla olmasının birtakım sakıncaları vardır. Kaynakların gereğinden az olması durumunda işletmeler düşük kapasiteyle çalışmak veya beklemek durumunda kalabilmektedirler. Kaynakların fazla olması durumunda ise kaynakların atıl (boş) kalması birtakım maliyetlere sebep olacaktır. Bu nedenle sanayi işletmeleri mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanmak durumundadırlar. İşletmelerde stoklar, kaynakların kullanımıyla yakından ilgili bulunmaktadır. Stok kontrolüyle kaynakların etkin kullanımı sağlanabilir.

Bir tekstil sanayi işletmesinde yapılan bu çalışmanın amacı, ülkemiz sanayi'nin en önemli sektörlerinden biri olan tekstil sanayi işletmelerinde, doğrusal programlamanın stok kontrolünde kullanılmasını uygulamalı bir yaklaşımla gerçekleştirmektir. Bu amaç doğrultusunda Çukurova bölgesinde bulunan büyük bir tekstil sanayi işletmesinde uygulama yapılmıştır. Çalışma süresinde iplik tesisleri tüm yönleriyle incelenerek bir doğrusal programlama modeli kurulmuş ve 39 çeşit iplik için uygulaması yapılmıştır. İplik türlerinde stok kontrolü için kurulan doğrusal programlama modelinin çözümü MPSX paket programı kullanılmak suretiyle çözüm elde edilmiş ve değerlendirme yapılmıştır.

I. GİRİŞ

İşletmeler, ellerinde bulunan mevcut kaynaklardan en iyi şekilde yararlanmak durumundadırlar. İşletmelerde stoklar, kaynak kullanımıyla yakından ilgili bulunmaktadır. Etkili bir stok kontrolü yapılmak suretiyle, mevcut kaynaklardan en iyi şekilde yararlanabilmek mümkün olabilmektedir.

İşletmelerde üretim faaliyeti sırasında gerekli olan; hammadde, yardımcı madde vb., maddelere ihtiyaç duyulmaktedir. İşletmeler bu maddeleri belirli dönemlerde stoklayıp, stok kontrolü yapmak durumundadırlar. Üretim aşamasında her stok birimi başına düşen maliyetler gözönünde tutularak, stok kararları verilmelidir [1] .

Stok kontrolü, stok maliyetleri minimum yapılacak şekilde yapılmalıdır. Stok kontrol sisteminin iyi bir şekilde çalışması, stok kontrolünden beklenen etkiyi arttıracaktır. Stok kontrol sisteminin başarısız olması durumunda ise; başta stok bulundurmama maliyetleri olmak üzere stok maliyetleri artacaktır [2] .

İşletmelerde bilimsel stok yönetimi için kantitatif karar verme tekniklerinin kullanılması zorunlu olmaktadır. Stok kontrolünde kantitatif karar verme tekniklerinin kullanılması sonucunda;

- İşletmenin stok kontrol sisteminde kullanılacak olan, matematiksel modelin tespiti,
- Kullanılan matematiksel modele göre, optimal bir stok politikasının belirlenmesi,
- Stok yönetiminde, ne zaman ve ne miktarda stok bulundurulması gerektiği tespit edilerek, stokları kaydetmek amacıyla bir bilgisayar programının kullanılması mümkün olabilmektedir [3].

İşletmelerde günümüz ihtiyaçlarını karşılayacak modern stok kontrol sisteminin kurulması, geniş kapsamlı bilimsel çalışmalar sonunda gerçekleşebilir. Böyle bir sistemi uygulayacak olan personelinde bilgi ve tecrübe yönünden yetişmiş olması gereklidir. Uygulama sırasında ortaya çıkan bilgi işlem yükünün oldukça fazla olması nedeniyle, el ile çözüm pratik ve ekonomik olmadığından, özellikle bilgisayar kullanımını gerekli kılan matematiksel modellerde çözüm zorunlu olmaktadır.

Çukurova bölgesinde bulunan büyük bir entegre tekstil sanayi işletmesinde yapılan bu çalışmada 39 çeşit iplik için stok kontrolü yapılmak üzere doğrusal programlama modeli kurulmuş, modelin çözümü, MPSX paket programı kullanılmak suretiyle yapılmıştır. Modelin uygulanması ve çözümü sonunda en çok kâr elde edilecek iplik türleri belirlenmiş bulunmaktadır. Ayrıca duyarlılık analizi yapılarak makinaların boş kapasiteleri ve gölge fiyatları bulunarak model sonuçları değerlendirilmiştir.

II. UYGULAMADA KULLANILAN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ

Bu çalışmada kullanılan doğrusal programlama modeli, belirli

dönemlerde stok edilen maddeler için geçerli olup, her döneme ilişkin stok miktar ve değerlerini vermektedir. Modelde kullanılan notasyonların anlamları aşağıda gösterilmiştir:

A = Depodaki başlangıç stok miktarı

B = Sabit depo kapasitesi

X_j = j döneminde satın alınan miktar

Y_j = j döneminde satılan miktar $\quad j = 1,2, \ldots\ldots, n$

P_j = j dönemindeki satış fiyatı $\quad j = 1,2, \ldots\ldots, n$

C_j = j dönemindeki satınalma fiyatı

D = Dönem başındaki mevcut para miktarı

Modelin dayandığı varsayımlar aşağıdaki şekilde ifade edilebilir[4];

1- Verilen satış fiyatları, depolama kapasiteleri, başlangıç stok düzeyi gibi bilgiler ışığında, kârı maksimize edecek X_j ve Y_j miktarları bulunacaktır. Satışlar belirli bir dönem başındaki stoklardan yapılmaktadır.

2- i dönemindeki satışlar aşağıdaki şekilde olacaktır;

$$\sum_{j=1}^{i} Y_j \leq A + \sum_{j=1}^{i-1} X_j$$

3- İşletme i döneminde stoklayabileceği miktar kadar madde satın alır.

4- İşletmenin kapasitesi;

$$\sum_{j=1}^{i} X_j \leq B - A + \sum_{j=1}^{i} Y_j$$

5- $X_j > 0$ için Xs nin değeri arttığı zaman Xn+1 değeri eis'ye bağlı olarak artacaktır.

$$bi - eis\ Xs \geq 0$$

veya

$$Xs \leq \frac{bi}{eis} \quad \text{için,} \quad eis > 0$$

şeklinde formüle edilir.

Bu duruma göre uygulamada kullanılan matematiksel model aşağıdaki şekilde olmaktadır:

Amaç fonksiyonu:

$$Z_{max} = \sum_{j=1}^{n} P_j Y_j - \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

Sınırlayıcı koşullar;

Dönembaşı stok:

$$\sum_{j=1}^{i-1} Xj + \sum_{j=1}^{i} Yj \leq A \quad , \quad i = 1, 2, \ldots, n$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Dönemsonu stok:

$$\sum_{j=1}^{i} Xj - \sum_{j=1}^{i} Yj \leq B - A$$

Finans:

$$\sum_{j=1}^{i} Cj\,Xj - \sum_{j=1}^{i} Pj\,Yj \leq D$$

Pozitiflik koşulu;

$Xj, Yj \geq 0 \qquad j = 1, 2, \ldots\ldots, n$

Yukarıda cebirsel olarak ifade edilen modelin açılımı ayrıntılı olarak aşağıda gösterilmiştir.

Amaç fonksiyonu;

$$Zmax = P1.Y1 - C1.X1 + P2.Y2 - C2.X2 + \ldots\ldots + Pn.Yn - Cn.Xn$$

Sınırlayıcı koşullar;

Dönembaşı stok:

$$\begin{aligned}
& Y1 && \leq A \\
-X1 \quad & Y1 + Y2 && \leq A \\
-X1 - X2 \quad & Y1 + Y2 + Y3 && \leq A \\
-X1 - X2 \ldots\ldots - Xn-1 \quad & Y1 + Y2 + Y3 + \ldots\ldots Yn && \leq A
\end{aligned}$$

Dönemsonu stok:

$$\begin{aligned}
X1 \quad & - Y1 && \leq B - A \\
X1 + X2 \quad & - Y1 - Y2 && \leq B - A \\
X1 + X2 + X3 \quad & -Y1 - Y2 - Y3 && \leq B - A \\
X1 + X2 + \ldots\ldots + Xn \quad & -Y1 - Y2 - \ldots\ldots - Yn && \leq B - A
\end{aligned}$$

Finans:

$$\begin{aligned}
& C1\,X1 && \leq D \\
& C1\,X1 - P1\,Y1 + C2\,X2 && \leq D \\
& C1\,X1 - P1\,Y1 + C2\,X2 - P2\,Y2 + C3\,X3 && \leq D \\
& C1\,X1 - P1\,Y1 + C2\,X2 - P2\,Y2 + C3\,X3 - P3\,Y3 + C4\,X4 && \leq D \\
& C1\,X1 - P1\,Y1 + \ldots\ldots\ldots\ldots - Pn\text{-}1\,Yn\text{-}1\,Cn\,Xn && \leq Dn
\end{aligned}$$

Pozitiflik koşulu;

$X1, X2, \ldots\ldots\ldots, Xn \geq 0$

$Y1, Y2, \ldots\ldots\ldots, Yn \geq 0$

Yukarıda ifade edilen doğrusal programlama modeli simpleks metoduna göre çözülebilir. Modelin dualı, stok ve finans durumu

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

dikkate alınarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\sum_{i=k}^{n} Ti - \sum_{i=k+1}^{n} Ui \geq Ck \qquad k = 1, 2, \ldots, n$$

$$-\sum_{i=r}^{n} Ti + \sum_{i=r}^{n} Ui \leq Pr \qquad r = 1, 2, \ldots, n$$

$ti, ui \geq 0 \quad , \quad i = 1, 2, \ldots, n$

Amaç fonksiyonunun minimizesi;

$$Zmin = \sum_{k=1}^{n} (B - A)\, Tk + \sum_{k=1}^{n} AUk$$

Primal Zmax = Dual Zmin

$$\sum_{j=1}^{m} PJ\ YJm - \sum_{j=1}^{n} CJ\ XJm = \sum_{k=1}^{n} (B - A)\, Tkm - \sum_{k=1}^{n} AUkm$$

Modelin dualinde kullanılan m işareti Zmax için minimum değişkenlerin değerini göstermektedir. Her iki eşitlikte aynı Unitelerin ölçüsünde kullanılır. PJ ve CJ TL/miktar (ton, kg, mt), XJ ve YJ miktar (ton) denklem ise elde edilebilen toplam kârdır. Dönem başındaki stok kapasitesini ve mal miktarını ifade eder. Tk m k döneminde stok kapasitesine göre miktar başına parasal değeri gösterir (Ton/TL). Uk m k döneminde başlangıç stok miktarına düşen parasal değeri gösterir. Tk m ifadesi bundan dolayı malın değerinin bulunmasında kullanılabilir.

Stoklama kapasitesinin artması durumunda, stoklama kapasitesi başına ek ton;

Zmax m (ve Zmin $\sum_{k=1}^{n}$) Tk m artacaktır. Bu ek kârla (Zmax m) alınan bir kararın isabet derecesi, ek kapasitenin maliyeti karşılaştırılmak suretiyle bulunabilir.

III. VERİLERİN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNE YERLEŞTİRİLMESİ

İşletmede yapılan uygulama sırasında kısa ve uzun elyaf türü ipliklerden 39 çeşit iplik üzerinde matematiksel model uygulanmıştır. Bu ipliklerin MPSX programındaki adı, iplik no, iplik cinsi ve iplik yüzdeleri aşağıdaki tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1

Kısa elyaf iplikleri

MPSX Prog.daki İplik Adı	İplik No	İplik Cinsi	İplik Yüzdesi
İplik 1	20/1	VV	100
İplik 2	16/2	SS	100

Tablo 1 (Devam)

Kısa elyaf iplikleri

MPSX Prog. daki İplik Adı	İplik No	İplik Cinsi	İplik Yüzdesi
İplik 3	30/1	KK	100
İplik 4	20/1	KK	100
İplik 5	16/1	KK	100
İplik 6	12/1	KK	100
İplik 7	10/1	KK	100
İplik 8	8/1	KK	100
İplik 9	6/1	KK	100
İplik 10	6/1	KK (Boyalı)	100
İplik 11	40/2	PP	100
İplik 12	40/1	PP	100
İplik 13	36/2	SP	50/50
İplik 14	36/1	SP	50/50
İplik 15	36/1	SP (Boyalı)	50/50
İplik 16	30/1	SV (Boyalı)	67/33
İplik 17	30/2	SV	67/33
İplik 18	22/2	SV	67/33
İplik 19	22/1	SV (Boyalı)	67/33
İplik 20	24/2	AA	100
İplik 21	24/1	AA	100
İplik 22	30/2	KK	100
İplik 23	30/1	KK	100
İplik 24	24/2	KK	100
İplik 25	24/1	KK	100
İplik 26	24/1	KK (Boyalı)	100
İplik 27	20/2	KK	100
İplik 28	20/1	KK	100
İplik 29	20/1	KK (Boyalı)	100
İplik 30	16/2	KK	100

Tablo 2

Uzun elyaf iplikleri

MPSX Prog.daki İplik Adı	İplik No	İplik Cinsi	İplik Yüzdesi
İplik 31	1/24	YS	60/40
İplik 32	2/24	YS	60/40
İplik 33	1/40	SY	55/45

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 2 (Devam)

Uzun elyaf iplikleri

MPSX Prog.deki

İplik Adı	İplik No	İplik Cinsi	İplik Yüzdesi
İplik 34	2/40	SY	55/45
İplik 35	1/52	SY	55/45
İplik 36	2/52	SY	55/45
İplik 37	1/36	AA	100
İplik 38	2/36	AA	100
İplik 39	3/18	AA	100

İşletmede kısa elyaf türü ipliklerin, dönem başındaki stok durumu; 50.210 kg/ay'dır. Kısa elyaf ipliklerinin üretim ve depolama kapasitesi; 248.425 kg/ay olarak gerçekleşmektedir. İşletmede kısa elyaf iplikleri sadece biri için aylık finansal kaynak miktarı; 217.168.256 ₺ olmaktadır.

Uzun elyaf türü ipliklerin, dönem başındaki stok durumu aylık olarak, 13.927 kg'dır. Uzun elyaf ipliklerin üretim ve depolama kapasiteleri; 47.729 kg/ay olarak gerçekleşmektedir. İşletmede uzun elyaf ipliklerinin her biri için aylık finansal kaynak miktarı; 167.675.000 ₺ olmaktadır.

İşletmede üretilen kısa ve uzun elyaf ipliklerle ilgili verilerin modele yerleştirilmesi aşağıdaki şekilde olacaktır.

İplik 1

Amaç fonksiyonu;

$$Zmax = 1409\,Y1 + 1409\,Y2 + 1409\,Y3 + 1430\,Y4 + 1500\,Y5 - 832\,X1 - 841\,X2 - 818\,X3 - 932\,X4 - 900\,X5$$

$$Y1 \leq 50.210$$

$$Y1 + y2 - X1 \leq 50.210$$

$$Y1 + Y2 + Y3 - X1 - X2 \leq 50.210$$

$$Y1 + Y2 + Y3 + Y4 - X1 - X2 - X3 \leq 50.210$$

$$Y1 + Y2 + Y3 + Y4 + Y5 - X1 - X2 - X3 \leq 50.210$$

$$X1 - Y1 \leq 248.425$$

$$X1 + X2 - Y1 - Y2 \leq 248.425$$

$$X1 + X2 + X3 - Y1 - Y2 - Y3 \leq 248.425$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 - Y1 - Y2 - Y3 - Y4 \leq 248.425$$

$$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 - Y1 - Y2 - Y3 - Y4 - Y5 \leq 248.425$$

$$832\,X1 \leq 217.168.256$$

$$832\,X1 + 841\,X2 - 1409\,Y1 \leq 217.168.256$$

832 X1 + 841 X2 + 818 X3 - 1409 Y1 - 1409 Y2 ≤217.168.256

832 X1 + 841 X2 + 818 X3 + 932 X4 - 1409 Y1 - 1409 Y2 - 1409 Y3 ≤217.168.256

832 X1 + 841 X2 + 818 X3 + 932 X4 + 900 X5 - 1409 Y1 -1409 Y2 - 1409 Y3 - 1430 Y4 ≤217.168.256

Burada 39 çeşit iplikten sadece İplik 1 ile ilgili formülasyon verilmiştir. Diğer formülasyonlar sayfa sayısının fazlalığı nedepi ile verilememiştir.

IV. ÇÖZÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İşletmedeki iplik stok kontrolü için uygulanan MPSX doğrusal programlama modeline göre iplik çeşitlerinden dönem sonunda elde edilen kârlar tablo 3 de gösterilmiştir.

Tablo 3

İplik çeşitlerine göre elde edilen kârlar

MPSX d.p. Modelindeki İplik Adı	İplik No		V. Dönem Sonunda Elde Edilecek Olan Toplam Kâr
İplik 1	20/1	VV	574.041.344
İplik 2	16/2	SS	373.998.656
İplik 3	30/1	KK	584.814.376
İplik 4	20/1	KK	583.615.192
İplik 5	16/1	KK	405.656.192
İplik 6	12/1	KK	322.262.976
İplik 7	10/1	KK	300.732.608
İplik 8	8/1	KK	277.173.120
İplik 9	6/1	KK	266.646.848
İplik 10	6/1	KK b.	892.269.056
İplik 11	40/2	PP	813.805.184
İplik 12	40/1	PP	958.878.592
İplik 13	36/2	SP	980.209.024
İplik 14	36/1	SP	832.121.856
İplik 15	36/1	SP b.	662.678.272
İplik 16	30/1	SV b.	738.033.152
İplik 17	30/2	SV	866.649.600
İplik 18	22/2	SV	614.137.216
İplik 19	22/1	SV b.	893.448.832
İplik 20	24/2	AA	572.497.408
İplik 21	24/1	AA	498.895.014

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 3 (Devam)

İplik çeşitlerine göre elde edilen kârlar

MPSX d.p. Modelindeki İplik Adı	İplik No		V. Dönem Sonunda Elde Edilecek Olan Toplam Kâr
İplik 22	30/2	KK	768.763.264
İplik 23	30/1	KK	667.386.880
İplik 24	24/2	KK	594.550.272
İplik 25	24/1	KK	486.632.690
İplik 26	24/1	KK b.	935.410.432
İplik 27	20/2	KK	571.654.400
İplik 28	20/1	KK	445.760.064
İplik 29	20/1	KK b.	894.374.272
İplik 30	16/2	KK	516.024.576
İplik 31	1/24	YS	313.741.312
İplik 32	2/24	YS	347.195.648
İplik 33	1/40	SY	346.718.720
İplik 34	2/40	SY	412.034.560
İplik 35	1/52	SY	459.897.088
İplik 36	2/52	SY	456.067.231
İplik 37	1/36	AA	201.344.699
İplik 38	2/36	AA	212.761.856
İplik 39	3/18	AA	166.203.136

Tablo 3'de yer alan kârlar beş aylık dönemi kapsamakta olup, işletmedeki kısa ve uzun elyaf iplik cinslerine göre, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ayları için elde edilecek kârları göstermektedir. Kâr marjı daha yüksek olan iplik çeşitlerinde elde edilecek kâr, diğerlerine göre daha fazla olacaktır.

Ek-1'de yer alan bilgisayar programında her dönem için stoklanan iplik miktarları; stok 1, stok 2, ... şeklinde ifade edilmiştir.

Ek-1'de yer alan bilgisayar programı çıktılarında çözüm sonuçlarına göre değişkenlerin aldığı değerler, boş kapasite (slack activity), değişkenlere ait alt ve üst sınır değerleri, birim maliyet fiyatı ile alt ve üst değişim aralıkları yer almaktadır(*).

(*) Ek-1'de 39 iplik çeşidiyle ilgili bilgisayar çıktıları yer almaktadır. Burada iplik 1 ile ilgili bilgisayar çıktılarının tamamı gösterilmektedir. Geriye kalan 38 iplik çeşidine ilişkin bilgisayar çıktılarının tamamı 510 sayfa olduğu için, yalnızca sonuç (kâr) verilmiştir.

Ayrıca dual çözüm sonuçları da verilmektedir.

İplik 1 ile ilgili bilgisayar çıktılarını örnek olarak incelemek mümkündür. İplik 1, sayfa 10'da beş dönem sonunda elde edilen toplam kâr; 574.041.344 yer almaktadır. 11. sayfa 1. sütunu sınırlayıcı koşulların sıra numaralarını göstermektedir. 2. Sütun ise sınırlayıcı koşulların türünü (stok, finans) ifade etmektedir. 3. sütunda (activity) değişkenlerin çözüm değerleri bulunmaktedir. 4. sütunda (lower limit) değişkenlere ait alt değerler verilmektedir. 5. sütunda (upper limit) değişkenlere ait alt sınır değerleri yer almaktadır. Son sütunda ise (dual activity) değişkenler ve model için dual çözüm bulunmaktedir.

İplik 1, sayfa 12'de (activity) sütununda X ve Y değişkenlerinin çözüm değerleri gösterilmektedir. Input Cost sütununda amaç fonksiyonunda yer alan iplikle ilgili maliyet katsayıları verilmektedir (832, 841, 818, ...). Lower Limit ve Upher Limit sütununda ise değişkenlere ait alt ve üst sınır değerleri verilmektedir. Reduced Cost sütununda ise boş kapasite (slack activity) ile ilgili maliyetler yer almaktadır. İplik 1'de X4 ve X5 'le ilgili boş kapasite olduğundan dolayı bunlara ait maliyet değerleri (reduced cost) 44.523 ve 900 olarak bilgisayar çıktısında gösterilmektedir.

V. SONUÇ

Sanayi işletmeleri üretimlerini; kapasite, işgücü, hammedde, yardımcı madde, finansal kaynak gibi bir takım sınırlayıcı koşullara bağlı olarak sürdürmektedirler. Bu kaynakların gereğinden az veya fazla olmasının birtakım sakıncaları vardır. Stok kontrolü de işletmelerde kaynak kullanımıyla yakından ilgili bulunmaktadır. Bilimsel stok kontrol sisteminin kurulması, geniş kapsamlı bilimsel çalışmalar sonunda gerçekleşebilir.

Stok kontrolünde kullanılan doğrusal programlama modeli MPSX bilgisayar programına göre çözülmüştür. Doğrusal programlama modelinde işletmenin bulundureceği stok miktarları dönemsel olarak ele alınmaktadır. MPSX bilgisayar programı maksimum kârı veren stok miktarını belirlemektedir. Bununla birlikte dönemsel olarak bulundurulacak stok miktarlarının alt ve üst sınırları belirlenmekte; dual çözüm, gölge fiyatı analizleri ve duyarlılık analizleri yapılmaktadır.

Çalışmanın uygulama bölümünde model ile uygulama arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere, bir tekstil sanayi işletmesinde model

uygulamaya konulmuştur. Bu uygulama sonucuna göre daha önceki bölümlerde oluşturulan modelin ekonomik bir değeri olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Modelin uygulamaya konulması sonucunda, işletmenin kârını maksimize eden stok mikterları hesaplanmıştır.

Çalışmanın tamamı bir bütün olarak gözönünde bulundurulmak suretiyle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1- Sanayi işletmelerinde, işletme yöneticileri karşılaştıkları stok kontrolü sorunlarını çözümünde doğrusal programlama modelinden yararlanabilirler.

2- Tekstil sanayi işletmesinde stok kontrolü için uygulanan doğrusal programlama modeli başarılı sonuç vermiş bulunmaktadır. Özellikle kullanılan MPSX bilgisayar programının ayrıntılı birtakım analizler yapması modelin boyutlarını genişletmiş bulunmaktadır. Değişkenlerin alacağı değerlere göre kârdaki değişmeleri vermesi doğrusal programlamayı dinamik bir yapıya kavuşturmuş bulunmaktadır.

3- Çalışmada ortaya konulan doğrusal programlama modeli tarafımızdan gerçek bir işletme sorununa uygulanmış bulunmaktadır. Bu şekilde modelin uygulanabilirliliği kanıtlanmış olmaktadır. Model, stok kontrolünde ekonomik olarak anlamlı sonuçlar vermiş bulunmaktadır.

4- Tekstil işletmesinde yaptığımız uygulama sırasında işletme yöneticilerinin bilimsel teknikler uygulamadıklarını, buna karşılık çağın değişen koşullarına uygun olarak bu teknikleri uygulamaktan yana oldukları tespit edilmiştir.

5- Adı geçen tekstil işletmesinde uygulanak amacıyla ortaya konulan doğrusal programlama modeli, diğer sanayi işletmeleri için de uygulanabilir niteliktedir.

6- Üretim (stok) ve satış bölümleri daha sıkı bir işbirliği kurularak, tüm işletmedeki bilgi akış düzeni iyileştirilmelidir.

7- Sanayi işletmelerinin, Üniversite ve diğer kurumlarla, bilimsel yöntemlerin sanayiye uygulanması yönünde sıkı bir işbirliği yapması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Mayer, Raymond R., Production Management, Second Edition, Mc Graw Hill Book Company, 1968

[2] Buffa, Elmood S, ve Dyer, James S., Management Science Model Formulation Operations Research and Solution Met-

hods, Second Edition, John Wiley Sons, 1981.

[3] Hillier, Frederick S. ve Lieberman, Gerald S., Introduction to Operation Research, Third Edition, Holden-Day Inc., 1980.

[4] Buchan, Joseph ve Koenigsberg, Ernest, Scientific Inventory Management, Prentice-Hall of India Private Limited, 1966.

NOT: Bu eserin Bilgisayar çıktıları yazardan temin edilebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

İKİ ÜRÜNLÜ ENVANTER SİSTEMLERİNDE MARKOV KARAR SÜRECİ MODELİNİN UYGULANMASI [1]

Prof. Dr. Alaettin Kutsal - Dr. Ayşen Apaydın
H.Ü. Fen Fakültesi İstatistik Bölümü Beytepe/ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, kesikli istem fonksiyonunu içeren, iki ürünlü sürekli gözden geçirmeli envanter sisteminde Markov karar süreci bağımlı modelinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu modelde bileşik Poisson (compound Poisson) istem düşünülmüş ve tedarik süresi sıfır olarak kabul edilmiştir. Markov karar süreci modelinde girdi parametreleri; ısmarlama giderleri (K, K_1, K_2), elde bulundurma giderleri (h_1, h_2) ve istem oranları (λ_1, λ_2) dir. Modelin amacı, önceden belirlenen (S_1, S_2) enbüyük envanter seviyesini kullanarak (c_1, c_2) ortak ısmarlama seviyesini bulmak ve bu değerler altında sistemin toplam giderini enküçüklemektir.

1. GİRİŞ

Belirli amaçlar için oluşan istemleri karşılamak üzere ürünlerin biriktirilmesi olarak tanımlanan envanter ve envanter sistemlerinde oluşan problemler ile sık sık karşılaşılmaktadır. Envanter kuramında tek ürünü içeren sistemlerin genel karakteristikleri üzerinde çalışılmış ve değişik amaçlar altında envanter tedariği için eniyi karar politikaları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

geliştirilmiştir. Günlük yaşamda, birbiriyle ilişkili ürünlerin gruplanmasının mümkün olduğu envanter problemleri ile daha çok karşılaşılmaktadır. Bu nedenle, envanter kuramında, çok ürünlü sistemler incelenmeye başlanmış ve bu sistemler için politikalar geliştirilmiştir. Bu konudaki ilk çalışma 1964 yılında Balintfy [2] tarafından yapılmış ve rassele ortak ısmarlama politikası geliştirilmiştir. Bu politikanın amacı, tek ısmarlamada, birden fazla ürünü ortak olarak ısmarlamaktır. Burada ortak ısmarlamadan dolayı, ortak ısmarlama giderinde bir korunma olacaktır. Ortak ısmarlama politikasında tanımlanan ortak ısmarlama noktası, tekrarısmarlama noktasından daha yukarıda olur. Herhangi bir ürünün envanter seviyesi bu noktanın altına düştüğünde, diğer ürünler de tekrarısmarlama noktasında iseler ortak ısmarlama politikası uygulanabilir. Daha sonraki yıllarda, çok ürünlü envanter sistemleri için stokastik süreçlerin incelenmesi artmıştır. Bu nedenle, ortak ısmarlama politikasını içeren birçok model geliştirilmiştir. Bu modellerde, istemlenen miktarın bir rastlantı değişkeni olduğu kabul edilmiştir. Ortak ısmarlama durumunda istemlerin bileşik Poisson süreci'ne uyduğu, tedarik süresinin sıfır ya da sıfırdan farklı olduğu durumları içeren modeller incelenmiştir.Bazı modellerde, enküçük giderin ve eniyi (S,c) kümesinin bulunabilmesi için gerekli olan durağan durum olasılıklarının hesaplanması bir arama adımıdır. Bu arama adımında yineleme sayısı artmakta ve sonuca geç ulaşılmaktadır. Bu sakıncayı gidermek için durağan durum olasılıklarını enküçük gider içinde içeren ve bu olasılıklar için ayrıca bir hesaplama adımı gerektirmeyen Markov karar süreci modeli tanımlanmaya çalışılacaktır. Ayrıca, önceden belirlenen enbüyük envanter seviyesi altında, her durumda alınabilecek kararlar incelenecektir.

2. MARKOV KARAR SÜRECİ MODELİ

İki ürünlü ortak ısmarlamalı envanter sistemine uygulanacak Markov karar süreci modelindeki varsayımlar aşağıdaki biçimde verilebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

i) Envanter sistemi sürekli gözden geçirme sistemi olarak incelenir. Her ürün için hemen tedarik söz konusudur.

ii) İki ürünlü envanter sisteminde istemler bileşik Poisson sürecine uyar. Birinci ve ikinci ürün için oluşan istemler, λ_1, λ_2 ortalama geliş oranına sahip Poisson süreci biçimindedir. Ortak ısmarlama durumunda oluşan istemlerin de, $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ geliş oranına sahip Poisson sürecine uyduğu görülür. Her ürün için istenlenen miktarın kesikli tekdüze dağılıma uyduğu kabul edilerek, birinci ürün için istem fonksiyonu,

$$f_1(x) = \frac{1}{d_1} \quad , \quad x = 1,2,\ldots,d_1$$

biçiminde, ikinci ürün için ise,

$$f_2(x) = \frac{1}{d_2} \quad , \quad x = 1,2,\ldots,d_2$$

biçiminde tanımlanır.

iii) Ardışmarlama ya da maldarlığı durumu düşünülmez.

iv) Birinci ürün için enbüyük envanter seviyesi S_1, ikinci ürün için enbüyük envanter seviyesi S_2 olarak alınır.

Markov karar süreci modelinde durum uzayı,

$$S = \left\{ (1,1), (1,2), \ldots, (1,S_2), \ldots, (S_1, S_2) \right\}$$

biçiminde tanımlanır.

Markov karar süreci modelinde sistem, i durumundan j durumuna bazı kararlar altında geçer. Bu nedenle, her i durumu için, (0,0), (1,0), (0,1) ve (1,1) biçiminde oluşturulan dört farklı karar tanımlandı. Bu kararlar açık olarak aşağıdaki biçimde verildi:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(0,0) olarak tanımlanan karar : i durumunda, birinci ve ikinci üründen ısmarlama yapmama kararıdır.

(1,0) olarak tanımlanan karar : i durumunda, birinci ürün için ısmarlama yapma, ikinci ürün için yapmama kararıdır.

(0,1) olarak tanımlanan karar : i durumunda, birinci ürün için ısmarlama yapmama, ikinci ürün için yapma kararıdır.

(0,0) olarak tanımlanan karar : i durumunda ortak ısmarlama yapma kararıdır.

Tanımlanan dört karara bağlı olarak, $P^k = (p_{ij}^k)$ $(k = 1,2,3,4)$ geçiş matrisleri oluşturuldu. Geçiş matrisinin p_{ij}^k $(k = 1,2,3,4)$ öğesi birinci ve ikinci ürün için oluşan istem olasılıklarından yararlanılarak tanımlandı. Tanımlanan dört karara bağlı olarak oluşturulan geçiş matrislerinde, birinci ve ikinci ürünün enbüyük envanter seviyeleri $(S_1, S_2) = (4,3)$ olarak alınmıştır.

2.1. (0,0) kararı altında geçiş matrisinin oluşturulması

Çizelgelerde yazım kolaylığı için (0,0) kararı 1'inci karar olarak gösterilecektir. 1'inci karar altında geçiş matrisinin öğeleri dört yapısal biçimde düşünüldü. Bu dört biçim j durumlarına göre oluşturuldu.

j=1 sütunu, $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları ve $i_1 = 0,1,\ldots,(S_1-1)$ değerleri için,

$$p_{ij}^1 = P_{\geq i_1 \, ? \, \geq i_2} \qquad , \qquad i_2 = 0,1,\ldots,(S_2 - 1)$$

biçiminde tanımlanır.

$j = 2,3,\ldots,S_2$ sütunları, $i=2,3,\ldots,S_2,(S_2 + 2),\ldots,(2\,S_2),\ (2\,S_2 + 2),\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları ve $i_1 = 0,1,2,\ldots,(S_1 - 1)$ değerleri için,

$$p_{ij}^1 = P_{\geq i_1 \, ? \, i_2 - (j-1)} \qquad , \qquad i_2 = (j-1),\ldots,(S_2-1)$$

biçiminde tanımlanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$z = 1,2,\ldots, (S_1-1)$ değerleri kullanıldığında, $j = z\,S_2 + 1$ sütunu ve $i = z\,S_2 + 1$ satırları için,

$$P_{ij}^{1} = P_{(i_1 - z)^q \geq i_2} \quad , \qquad \begin{matrix} i_1 = z,\ldots, (S_1 - 1) \ ; \\ i_2 = 0,\ldots, (S_2 - 1) \end{matrix}$$

biçiminde tanımlanır.

$z = 1,2,\ldots,(S_1 - 1)$ ve $z_1 = 1,2,\ldots,(S_2-1)$ değerleri kullanıldığında,

$j = z\,S_2 + z_1$ sütunları ve $i = z\,S_2 + z_1$ satırları için,

$$P_{ij}^{1} = P_{(i_1-z)\,q(i_2 - z_1)} \quad , \qquad \begin{matrix} i_1 = z,\ldots,(S_1 - 1) \\ i_2 = z_1,\ldots,(S_2 - 1) \end{matrix}$$

biçiminde tanımlanır.

1'inci karar altında elde edilen geçiş matrisi Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2 (1,0) kararı altında geçiş matrisinin oluşturulması

(1,0) kararı ya da 2'inci karar altındaki geçiş matrisinin öğeleri dört yapısal biçimde düşünüldü. Bu dört biçim j durumlarına göre oluşturuldu.

$j = 1$ sütunu ve $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için,

$$P_{ij}^{2} = P_{\geq (S_1-1)^q \geq i_2} \quad , \qquad i_2 = 0,1,2,\ldots,(S_2 - 1)$$

biçiminde tanımlanır.

$j = 2,3,\ldots,S_2$ sütunları ve $i = 2,3,\ldots,S_2,(S_2+2),(2S_2+2),\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için,

$$P_{ij}^{2} = P_{\geq (S_1-1)^q i_2-(j-1)} \quad , \qquad i_2=(j-1),\ldots,(S_2-1)$$

biçiminde tanımlanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$z = (S_1-2),\ldots,0$ değerleri , $j=(S_2+1),(2S_2+1),\ldots. \left[(S_1-1)S_2+1\right]$ sütunları ve $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için,

$$p_{ij}^{2} = p_z \, q_{\geqslant i_2} \quad , \quad i_2 = 0,1,2,\ldots,(S_2-1)$$

biçiminde tanımlanır.

$z = (S_1-2),\ldots,0$; $z_1 = 1,2,\ldots,(S_2-1)$ değerleri kullanıldığında,

$j = (S_2+2),\ldots,(2S_2),(2S_2+2),\ldots,(3S_2),(3S_2+2),\ldots,(S_2 x S_1)$ sütunları ve

$i = 2,3,\ldots,S_2,\ (S_2+2),\ldots,(2S_2+2),\ldots,(S_2 x S_1)$ satırları için,

$$p_{ij}^{2} = p_z \, q_{(i_2-z_1)} \quad , \quad i_2 = z_1,\ldots,(S_2-1)$$

biçiminde tanımlanır.

2'inci karar altında elde edilen geçiş matrisi Çizelge 2'de verilmiştir.

2.3 (0,1) kararı altında geçiş matrisinin oluşturulması

(0,1) kararı ya da 3'üncü karar altındaki geçiş matrisinin öğeleri dört yapısal biçimde düşünüldü. Bu dört biçim j durumlarına göre oluşturuldu.

$j = 1$ sütunu ve $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için,

$$p_{ij}^{3} = p_{\geqslant i_1} \, q_{\geqslant (S_2-1)} \quad , \quad i_1 = 0,1,2,\ldots,(S_1-1)$$

biçiminde tanımlanır.

$j = 2,3,\ldots,S_2$ sütunları, $i = 1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları ve

$z = (S_2-2),\ldots,0$; $i_1 = 0,1,\ldots,(S_1-1)$ değerleri için,

$$p_{ij}^{3} = p_{\geqslant i_1} \, q_z$$

biçiminde tanımlanır

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$z = 1,2,\ldots,(S_1-1)$ değerleri, $i=(z\ S_2)+1$ satırları ve $j = (z\ S_2)+1$ sütunları için,

$$p_{ij}^{3} = p_{(i_1-z)}{}^{q}{}_{\geq(S_2-1)} \quad , \qquad i_1 = z,\ldots,(S_1-1)\ ; \quad i_2 = 1,\ldots,S_2$$

biçiminde tanımlanır.

$z = 1,2,\ldots,(S_1-1)$; $z_1=(S_2-2),\ldots,0$; $z_2=1,\ldots,(S_2-1)$ değerleri, $i = (z\ S_2)+1$ satırları, $j = (z\ S_2)+z_2+1$ sütunları için,

$$p_{ij}^{3} = p_{(i_1-z)}\ q_{z_1} \quad , \qquad i_1=z,\ldots,S_1-1\ ; \quad i_2=1,\ldots,S_2$$

biçiminde tanımlanır.

3'üncü karar altında elde edilen geçiş matrisi Çizelge 3' de verilmiştir.

2.4 (1,1) kararı altında geçiş matrisinin oluşturulması

(1,1) kararı ya da 4'üncü karar altındaki geçiş matrisinin yapısı dört yapısal biçimde düşünüldü. Bu dört biçim j durumlarına göre oluşturuldu.

$j=1$ ve $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için,

$$p_{ij}^{4} = p_{\geqslant(S_1-1)}{}^{q}{}_{\geqslant(S_2-1)}$$

biçiminde tanımlanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$z = S_2-2$ değerleri ; $j = 2,\ldots,S_2$ sütunları , $i=1,2,\ldots,(S_1 x S_2)$ satırları için,

$$p_{ij}^{4} = p_{\geq(S_1-1)}\ q_z$$

biçiminde tanımlanır.

$z=(S_1-2),\ldots,0$ değerleri, $j=(S_2+1),(2S_2+1),\ldots,\ [\ (S_1-1)S_2+1\ ]$ sütunları ve $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için

$$p_{ij}^{4} = p_z\ q_{\geq(S_2-1)}$$

biçiminde tanımlanır.

$z = (S_1-2),\ldots,0$; $z_1 = (S_2-2),\ldots,0$ değerleri ,

$j = (S_2+2),\ldots,(2S_2),(2S_2+2),\ldots,(3S_2),(3S_2+2),\ldots,(S_1 \times S_2)$ sütunları ve $i=1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$ satırları için,

$$p_{ij}^{4} = p_z\ q_{z_1}$$

biçiminde tanımlanır.

4'üncü karar altında elde edilen geçiş matrisi Çizelge 4'de verilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çizelge 1. 1'nci karar altında oluşturulan geçiş matrisi

Çizelge 2 2'nci karar altında oluşturulan geçiş matrisi

$$P^2 =$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	$P_{\geq 3}$			P_2			P_1			P_0		
2	$p_{23}q_{\geq 1}$	$p_{23}q_0$		$p_2q_{\geq 1}$	p_2q_0		$p_1q_{\geq 1}$	p_1q_0		$p_0q_{\geq 1}$	p_0q_0	
3	$p_{23}q_{\geq 2}$	$p_{23}q_1$	$p_{23}q_0$	$p_2q_{\geq 2}$	p_2q_1	p_2q_0	$p_1q_{\geq 2}$	p_1q_1	p_1q_0	$p_0q_{\geq 2}$	p_0q_1	p_0q_0
4	$P_{\geq 3}$			P_2			P_1			P_0		
5	$p_{23}q_{\geq 1}$	$p_{23}q_0$		$p_2q_{\geq 1}$	p_2q_0		$p_1q_{\geq 1}$	p_1q_0		$p_0q_{\geq 1}$	p_0q_0	
6	$p_{23}q_{\geq 2}$	$p_{23}q_1$	$p_{23}q_0$	$p_2q_{\geq 2}$	p_2q_1	p_2q_0	$p_1q_{\geq 2}$	p_1q_1	p_1q_0	$p_0q_{\geq 2}$	p_0q_1	p_0q_0
7	$P_{\geq 3}$			P_2			P_1			P_0		
8	$p_{23}q_{\geq 1}$	$p_{23}q_0$		$p_2q_{\geq 1}$	p_2q_0		$p_1q_{\geq 1}$	p_1q_0		$p_0q_{\geq 1}$	p_0q_0	
9	$p_{23}q_{\geq 2}$	$p_{23}q_1$	$p_{23}q_0$	$p_2q_{\geq 2}$	p_2q_1	p_2q_0	$p_1q_{\geq 2}$	p_1q_1	p_1q_0	$p_0q_{\geq 2}$	p_0q_1	p_0q_0
10	$P_{\geq 3}$			P_2			P_1			P_0		
11	$p_{23}q_{\geq 1}$	$p_{23}q_0$		$p_2q_{\geq 1}$	p_2q_0		$p_1q_{\geq 1}$	p_1q_0		$p_0q_{\geq 1}$	p_0q_0	
12	$p_{23}q_{\geq 2}$	$p_{23}q_1$	$p_{23}q_0$	$p_2q_{\geq 2}$	p_2q_1	p_2q_0	$p_1q_{\geq 2}$	p_1q_1	p_1q_0	$p_0q_{\geq 2}$	p_0q_1	p_0q_0

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çizelge 3. 3'ncü karar altında oluşturulan geçiş matrisi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Çizelge 4. 4'üncü karar altında oluşturulan geçiş matrisi.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. GİDER TANIMI VE MARKOV KARAR SÜRECİ MODELİNİN YAPAY VERİLERE UYGULANMASI

Bu çalışmada dört karar altında, λ_1, λ_2 istem oranlarına ve ısmarlama giderlerine bağlı olarak gider tanımı yapıldı.

$i = 1,2,\ldots,(S_1 \times S_2)$; $i_1 = 1,2,\ldots,S_1$; $i_2 = 1,2,\ldots,S_2$ için C2 gider tanımı.

$$g(i,1) = (h_1 i_1 + h_2 i_2) + K_1 \lambda_1 p_{\geq i_1} + K_2 \lambda_2 q_{\geq i_2}$$

$$g(i,2) = (h_1 i_1 + h_2 i_2) + K_1 \lambda_1 p_{\geq i_1} + (K - K_2) \lambda q_{\geq i_2}$$

$$g(i,3) = (h_1 i_1 + h_2 i_2) + (K - K_1) \lambda p_{\geq i_1} + K_2 \lambda_2 q_{\geq i_2}$$

$$g(i,4) = (h_1 i_1 + h_2 i_2) + \lambda \left[(K-K_1) p_{\geq i_1} + (K - K_2) q_{\geq i_2} \right]$$

biçiminde oluşturuldu.

Markov karar süreci modelini denetlemek için 10 tane yapay problem kuruldu. Oluşturulan problemler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Oluşturulan 10 yapay problem

Problem	Bağımsız ısmarlama gideri K_1	K_2	Elde bulundurma gideri h_1	h_2	Beklenen istem D_1	D_2	Toplam beklenen gider.
1	10	8	3	4	3	2.5	26.06
2	12	8	4	4	3	2.5	29.61
3	12	10	4	5	3	2.5	32.78
4	15	10	5	5	3	2.5	37.02
5	20	18	7	8	3	2.5	55.81
6	40	25	14	10	3	2.5	93.20
7	50	30	18	15	3	2.5	120.91
8	55	30	20	15	3	2.5	128.67
9	5	6	1.7	3	3	2.5	16.5
10	100	30	35	15	3	2.5	192.34

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Oluşturulan problemler kullanılarak, C2 gider tanımını içeren Markov karar süreci modeline politika iterasyon yöntemi [3] uygulandı. Bulunan sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. C2 gider tanımı için 10 yapay problemin sonuçları
(d_1, d_2 = 2,1 ; λ_1, λ_2 = 2,2.5)

Problem	Bağımlı ısmarlama gideri K	Eniyi ortak ısmarlama noktası (c_1^*, c_2^*)	Enküçük gider
1	15	(2,2)	20.538
2	17	(2,2)	23.830
3	20	(2,2)	26.655
4	22	(2,2)	29.760
5	35.5	(2,2)	44.944
6	58	(1,2)	72.743
7	73	(1,2)	98.501
8	81	(1,2)	105.472
9	10	(1,1)	13.587
10	149	(1,1)	158.975

Çizelge 6'da 1'inci problem için, K=15 olduğunda eniyi ortak ısmarlama seviyesinin (2,2) olduğu görülür. Bunun anlamı, birinci ürünün enbüyük envanter seviyesi S_1=4'den, c_1^* = 2'ye ; aynı şekilde ikinci ürünün enbüyük envanter seviyesi S_2=3'den c_2^* = 2'ye düştüğü zaman heriki ürün birlikte ısmarlanabilir. Bu durumda oluşan enküçük gider 20.538 birim olacaktır. Diğer problemler de benzer biçimde yorumlanabilir. C2 gider tanımında, K ısmarlama gideri (K_1+K_2) toplamına yakın olmasına rağmen, diğer modellere göre daha küçük giderin oluştuğu görülür. Çok seyrek ısmarlanan ürünler için önerilen model kullanılabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ

1. Apaydın, A., İki ürünlü envanter sistemlerinde Markov karar süreci modelinin uygulanması ve diğer modeller ile karşılaştırılması: H.Ü. Fen Fak. İstatistik Bölümü doktora tezi,1987.

2. Balintfy, J.L.,On a basic class of multi item inventory problems : Management Science, 10, 2, 287-297. (1964).

3. Howard,R.A., Dynamic programming and Markov processes : The Massachusetts Institute of Technology, 135 p.(1960).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XV. SİMULASYON

XV. I. *T. H. Y. Uçak Bakım Hangarlarında Bir Simülasyon Uygulaması* XV-1
Ar. Grv. MEHVEŞ ANAFARTA, Prof. Dr. ATAÇ SOYSAL,
Endüstri Mühendisliği Bölümü, İşletme Fakültesi,
İ.T.Ü., Maçka, İstanbul.

XV. II. *Girdi Dağılımının Belirlenmesinde Genelleştirilmiş Lambda Dağılımı* XV-10
Dr. BERNA DENGİZ, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi,
Ankara.

XV. III. *Periyodik Sinyaller İle Uyarılmış Lineer Olmayan Sistemlerin Analizi İçin Çabuk Yakınsayan Yeni Bir Metod* XV-21
Doç. Dr. MUHAMMET KÖKSAL, Ar. Grv. ESİN TÜRKBEYLER,
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gaziantep
Mühendislik Fakültesi, O. D. T. Ü., Gaziantep.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

T.H.Y. UÇAK BAKIM HANGARLARINDA BİR SİMÜLASYON UYGULMASI

Ar.Gör. Mehveş Nur ANAFARTA
İ.T.Ü. İşletme Fakültesi
Endüstri Müh. Bölümü
Maçka/ İSTANBUL

T.H.Y.'nın uçak bakım hangarı halen talebi tam anlamıyla karşılayamamaktadır. Bu nedenle T.H.Y. uçak bakım merkezi ilave bir hangar yaptırmayı planlamaktadır. Şimdi bile yetersiz olmayan hangar, yeni uçakların alınmasıyla tamamiyle yetersiz kalacak, dolayısıyla bakıma alınmak için bekleyen uçaklar kuyruklar oluşturacaktır.

T.H.Y.'nın master planda öngörülen uçak filosunun bakım hizmetlerini layıkıyla yerine getirebilmesi için gerekli hangar kapasitesini belirlemesi gerekmektedir. Kuyruk teorisi birbiri ile girişimde bulunan çok çeşitli sistemleri kapsayan modellerin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Araştırmaların bir çoğunda genel ilgi konusu kuyruk sistemleri parametrelerinin optimizasyonu olmaktadır.

Bu araştırmada fonksiyonel olarak kuyruk sistemlerine benzetilebilen uçak bakımları için uygun bakım sistemini belirlemek üzere bir bilgisayar benzetim modeli kurulmuştur. Burda optimum dok sayısının bulunmasından çok duyarlılık analizi şeklinde bir araştırma yapılmış ve çeşitli dok sayılarının çeşitli parametre değerlerine göre sonuçlar alınmış, yorumlanmış, karşılaştırmalar yapılmıştır.

T.H.Y. uçak bakım hangarı yeterli kapasiteye sahip olmadığından T.H.Y. uçak bakım merkezi ilave bir hangar yaptırmayı planlamaktadır. Yeni uçakların alınması ile (hangar ihtiyacının artmasıyla) mevcut hangar tamamıyla yetersiz kalacak bakım ve uçuş programları aksayacaktır.

Bu araştırmada amaç, T.H.Y.'nın mastır planda öngörülen uçak filosunun bakım hizmetlerini layıkıyla yerine getirilmesi için gerekli kapasitenin belirlenmesi ve buna bağlı olarak makul bir

bekleme süresinin dışında, uçakların kuyrukta beklemesinin önlenmesidir. Yani optimuma yakın bir dok (istasyon) sayısı belirlenmesidir. Optimum denilmesinin nedeni; planlanan hangarın dok sayısının belli bir sınırı aşmaması gerekir. Çünkü bu durumda da istasyonlar boş kalacaklardır. (Atıl zaman) Hangarın yapım ve daha sonraki gereksinmelerinin (bakım, temizlik v.s.) maliyeti çok yüksek olduğundan ihtiyacın dışında yapılan doklar büyük maddi yüktür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

SİSTEMİN TANIMI

T.H.Y. Bakım Merkezine ait bir adet hangar mevcuttur. Bu hangara 5 adet ortaboy uçak aynı anda alınabilmektedir. Geniş gövdeli uçaklar ise (DC-10, A-310) kuyrukları sığmadığından ancak en dışta bulunan dok'a yerleştirilebilmektedir. Yani sadece 1 adet geniş gövdeli uçak ve 4 adet ortaboy uçak aynı anda hangara girebilmektedir.

Sisteme bir uçak geldiği zaman 5 servis istasyonu, yani 5 dok'tan herhangi birinin o anda boş olup olmadığına bakılır. Eğer dokların hepsi meşgul ise uçak sırasını beklemek üzere kuyruğa girer. Bu durumda bekleme zamanı meydana gelir. Herhangi bir servis istasyonu bir uçak gelmeden önce boşalırsa, bu durumda atıl zaman oluşur.

T.H.Y. uçak filosundaki uçak sayısı, ancak uçuş planını aksatmayacak kadardır. Yani herhangi bir uçak arıza yapınca yerine konulabilecek boşta başka bir uçak yoktur. Bu durumda arızalanan uçağın hemen hangara alınıp mümkün olan en kısa zamanda arızasının giderilmesine çalışılmalıdır. Bakım içinde aynı şey söz konusudur. Bakım (A,B,C veya D) için uçuştan alınan uçağın program dışı kuyrukta beklemesi ve daha önce başlamış olması gereken bakım faaliyetlerinin yeni başlaması da uçuş programını aksatmaktadır.

T.H.Y. Uçak Filosunun toplam 26 adet uçağı vardır (bu değerler 1985 yılına aittir). Bu uçakların her türlü bakım faaliyetleri mevcut hangarda yapılmaktadır. Ayrıca askeriye'ye ait savaş uçaklarından bazıları da bakım ve arıza için bu hangara gelmektedir. Bütün bunlardan başka Atatürk Havalimanına indiği sırada ya da yakınlarında arızalanmış yabancı hava yollarına ait uçaklar da aynı hangarda bakıma alınmaktadır.

Uçakların hangara gelişlerinin iki nedeni vardır:

1- Periyodik Bakımlar için,
2- Arıza nedeniyle

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Periyodik bakımlar önceden planlanıp, programlandığı için programa uygun olarak uçaklar belli zamanlarda A,B,C veya D bakımları için hangara gelirler. Yani bakım için gelişler deterministiktir. Arıza nedeniyle hangara gelişler ise tesadüfidir. Tabii ki arızalarda belli nedenlerden olurlar; kötü kullanım, eskime v.s. Nedeni ne olursa olsun arızaların ne zaman meydana geleceği kestirilemez yani arıza için gelişler stokastiktir.

VARSAYIMLAR

Bu araştırmada sadece arızalar ele alınmıştır. Bakım için başka bir hangar mevcut olduğu veya hiç bakım gerekmediği varsayılmıştır. Bunun nedeni de, hangara aynı anda bakım ve arıza için gelen 2 uçaktan arızalı olana önceliğin verilmesidir. Çünkü arızalı uçak uçuşa çıkamaz. Arızanın hemen giderilmesi gereklidir. Ama riski gene büyük de olsa bakım için gelen uçak, arızalı uçak kuyrukta önüne geçtiğinde çok önemli ve acil bir bakım gereksinimi yoksa arızalanan uçak yerine uçuşa çıkabilir.

Veriler 1985 yılı Ocak ayına aittir. Bütün sene arıza için gelişlerin sıklığının,uçuş programına göre değişmediği varsayılmıştır. Uçuş programı yıl boyunca, mevsimlere, bayram, yılbaşı, hafta sonu, yaz(Almanya'da çalışan işçilerimizin, Türkiye'ye gelebildikleri zamanlar) tatillerine göre değişir. Buna bağlı olarak uçuş süresi artar veya azalır. Bakım ve arıza için gelişler seyrekleşir veya sıklaşır.

- Bütün doklar için tek kuyruk vardır ve kuyruk uzunluğu sınırlandırılmamıştır.
- Uçakların tiplerine bakmaksızın hangara girebildikleri ve bütün doklarda bakıma alınabildikleri varsayılmıştır.
- Simülasyon "0" dan başlatılmış ve ilk arızanın sıfırıncı dakikada olduğu (GZ=0) varsayılmıştır. Buna bağlı olarak toplam geliş zamanı da başlangıçta sıfırdır (TGZ=0)

- Rassal sayı üreticinin gerçek rassal sayıları ürettiği varsayılmıştır.
- Uçaklar ilk gelen ilk çıkar (FIFO) kuralına göre servise alınırlar.

VERİ ANALİZİ VE PARAMETRELERİN TAHMİNİ

Veri olarak T.H.Y. Bakım Merkezi 1985 yılı Ocak ayı için arıza nedeniyle hangara geliş zamanlarını ve arıza giderildikten sonra hangardan çıkış zamanlarını vermiştir.

Ardışık gelişler arası zaman aralıklarını belirlemek için uçakların geliş zamanları sıraya konmuş ve bir ay için arıza nedeniyle 210 adet geliş gözlenmiştir. Servis zaman aralıklarını da belirlemek için servis süreleri küçükten büyüğe sıralanmış ve 246 adet veri gözlenmiştir.

Daha sonra gelişler için n=15 aralık sayısı belirlenmiş, en büyük ve en küçük değerler arasındaki fark n'e bölünmüş ve aralıkların sınırları bulunmuştur. Her aralığa ait frekans hesaplanmıştır. Bu frekanslara göre her aralık için olasılık hesaplanmış ve bu olasılık değerlerinden yararlanılarak histogram çizilmiştir.Aynı işlemler servis süreleri için yapılmış,n=5 aralık sayısı belirlenmiş ve her aralıkta frekansa göre olasılıklar bulunup,histogram çizilmiştir.

Çizilen histogramlardan,gerçek dağılımların negatif exponansiyele çok yakın oldukları görülmüştür.Buradan hareketle fiili dağılıma uygunluğunu araştırmak için bir dizi uygunluk testi yapılmıştır.

Oran testi sonunda oranların 1 civarında olması dağılımın negatif exponansiyel olması ihtimalinin kuvvetli olduğunu göstermiş - tir.Bu sonucu kesinleştirmek için ki-kare (X^2) testi de uygulanmıştır.Belirli bir güven derecesinde verilerin negatif exponansiyel dağılımına uygunluğu anlaşılmıştır.Parametrelerin hesaplanmasından sonra bilgisayar modelinin kurulması işlemine geçilmiştir.

Bilgisayar programında 2 tane SUBROUTINE alt programı bulunmaktadır."EXPON" ve "RAND".

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

RAND altprogramı , tanımlanan ilk parametresi R ile (0-1) arasında üniform dağılımdan gelen rassal sayı üretmektedir.Daha sonra altprogramın üniformluğu gene ki-kare testi ile kontrol edilmiştir.

.

EXPON altprogramı ise RAND altprogramının ürettiği rassal sayıları ters dönüşüm yöntemiyle negatif exponansiyel dağılımdan gelen x rassal değişkenine çevirir, ve bu değişkeni ana programa gönderir.

Simüle edilen sistemi zaman içinde ilerletebilmek için olaya göre ilerleyen zaman mekanizması kullanılmıştır.Denetim faktörü, ardışık çelişler arası zamandır.

SONUÇLAR VE YORUMLAR

Bilgisayar modelinde bakımlar gözardı edilmiş ve sadece arızalar için bir simülasyon modeli kurulmuştur.Çıkan sonuçlar bu varsayıma göre değerlendirilmiştir.

T.H.Y. her yıl uçak filosunu genişlettiğinden,hangara çelişler çoğalacak ve buna bağlı olarak "Beklenen Geliş Zamanı" BGZ olarak tanımlanan parametre her yıl değişecektir.BGZ'nin yıllara göre hesabı bir çok faktör gözardı edildiğinden hassas olarak yapılmamıştır.

Bilgisayar programı önce 2 sene için çalıştırılmıştır. 1986 yılında prametre (BGZ) değiştirilmiştir. Daha sonra aynı program parametrenin değişmediği varsayılarak tekrar çalıştırılmıştır.

Parametreler değiştirildiğinde 2 sene sonunda 7.98 ay olan toplam bekleme zamanı parametre değiştirilmediğinden 3.25 ay olarak bulunmuştur. Toplam 7.98 ay bekleme zamanı demek arıza için gelen 5662 uçağın herbirinin ortalama 593796 : 5662 = 1.05 saat beklemesi demektir. (5662: 2 sene sonunda arıza için gelen toplam uçak sayısı)

Daha sonra doklardan bir tanesinin sürekli bakıma ayrıldığını varsayıp, program 4 dok için çalıştırılmıştır. İki sene sonunda toplam bekleme zamanı TBEZ = 582332.3 dakika olarak bulunmuştur. Bu da 13 aydır. Her uçak ortalama 582332:2756 = 211.3 dakika = 3.52 saat bekleyecek demektir. Daha önce de belirtildiği gibi arızalar acil olduğundan gelen her uçağın yaklaşık 4 saat beklemesi bir çok yönden sakıncalıdır. Tabii bu beklemelerin yanında bir de bakım için gelen uçakların talebi vardır.

T.H.Y. Uçak bakım merkezi tarafından, 1983 yılında bakım için toplam hangar işgal süresi 1180 gün olarak verilmektedir. Bilgisayar programı 1985 yılı Ocak ayı verilerine göre çalıştırılmıştır. 1983-85 yılları arasında uçak sayısının ve hangar işgal süresinin önemli ölçüde değişmeyeceği varsayımıyla 1983 yılı verileri, sonuçların yorumlanmasında kullanılmıştır.

Talep, 1180 gün = 28320 saattir. Bakım için ayrılan tek dok yılda 365 x 8 = 2920 saatlik onarım imkanı sağlar. Bütün doklar için bir senelik boş zaman "Toplam Boş Zaman" 10481 saattir. Toplam kapasite : 2920 + 10481 = 13401 saattir.

Kapasite - Talep = - 14919 saat

14919 saatlik açık vardır. Bir dokun bir senelik kapasitesi 2920 saat olduğuna göre 14919 : 2920 = 5.11. Bakım için yaklaşık altı adet dok'a daha şimdiden (1985 yılında) ihtiyaç olduğu ortaya çıkar.

2. yılın sonunda ise parametrenin değişmesiyle arıza için gelişler sıklaşmış ve beklemeler artmıştır. (12195.412 saat) Bu, her uçağın ortalama 21900.95 : 2906 =7.54 saat beklemesi demektir. Bu ortalama bir değerdir, ama gelen her uçağın yaklaşık 8 saat beklemesi sistemin aksamasına neden olur. Başta 2 yıl için parametre değiştirilerek çalıştırılan program daha sonra 10 yıl için çalıştırılmıştır.

1983 yılında T.H.Y. uçak filosunda 36 adet uçak bulunacaktır. 1993 yılında bakımlar için gerekli toplam hangar işgal süresi 1974

gündür. Bilgisayar çıktısının 8. yılında Toplam Bekleme Zamanı 1767035 dakika = 1227 saat olarak çıkmıştır. Toplam boş zaman 253558 dakika = 176 gündür. Bakım için ayrılan tek dokun ise yukarda da belirtildiği gibi yılda 2920 saatlik kapasitesi vardır. Bu 122 gündür. Bu durumda toplam kapasite 176 + 122 = 298 gündür.

Kapasite - Talep = 1676 gündür.

1983 yılında, tek dokun bakım için ayrılması durumunda 1676 günlük açık doğar. Bir dokun bir senelik kapasitesi 122 olduğuna göre 1667 : 122 = 13.73 , 14 adet dok'a daha gereksinim duyulacaktır.

Dokların hepsinin öncelikle arızalara ayrılmış olması varsayımına geri dönüp, program 5 dok'la 10 yıl için çalıştırılmıştır. Bekleme zamanları önceki adımda olduğu kadar yüksek değerlere ulaşmamıştır. Ama tabii bu sefer bakım için dok ayrılmadığından, bakım için gelen uçaklar bekletilmektedir. Arızalar acil olduğundan öncelik arızalara verilmiştir ama bazı istisnalar dışında, herzaman bakımların dok'un boşalmasını beklemesi de kesinlikle bütün programı aksatacaktır. Çünkü bakım için bekleyen uçaklar öyle artacaktır ki zaten arızalanacak uçak kalmayacaktır.

Şimdi 1993 yılı için verileri tekrar gözden geçirelim. 36 adet uçağın,bakım için talebi 1974 gündür. Bütün dokler arızalara ayrıldığından bakım, arızalardan kalan boş zamanlarda yapılacaktır. Toplam boş zaman 176 gündür.

1974 - 176 = 1798

1798 günlük açığı kapatmak için (1798 : 122 = 14.73) yaklaşık 15 adet dok'a daha ihtiyaç vardır. Yani 5 dok'lu 3 yeni hangar yapılmalıdır.

Dok sayısı bir artırılıp , 1993 yılına ait veriler incelenecek olursa; TBEZ = 108011 dk. = 75 gündür. Arıza için gelen uçak sayısı 3429 olduğuna göre her uçak ortalama 108011 : 3429 = 31.49 dakika bekleyecektir. Toplam boş zaman ise 903.79 gündür. Bakım için geri kalan 1974 - 903.79 = 1070 günlük talebi ise 1070 :122 =8.77 yaklaşık 9 dok karşılayabilir. Bu adımda 6 dok olduğu varsayılmıştır. Şu anda T.H.Y.'na ait bir adet 5 dok'lu hangar mevcut olduğuna göre 10

dok'lu yeni bir hangar veya 5 dok'lu 2 hangar yapılabilir. Bu çalışmada hangarın büyüklüğü hakkında bir öneri getirilmemesinin nedeni maliyet faktörünün ve çalışma koşullarının (insan gücü, vasıflı işçi sayısı, malzeme, v.s.) gözardı edilmiş olmasıdır.

SONUÇ

Sonuç olarak bütün bilgisayar çıktılarında görüldüğü gibi 5 dok'lu mevcut hangar 1985 yılında dahi yeterli değildir. Kaldı ki ilerki yıllarda uçak filosu genişleyecek, hangara olan talep artacaktır.

Yeni bir hangara ihtiyaç olduğu kesinlik kazandıktan sonra soruler kaç dok'lu bir hangar yapılacağı, hangarların nasıl bir plana göre talebi karşılayacağıdır. Tabii bu arada maliyet faktörünü hiç değinilmemektedir. Gerçekte gözönüne alınması gereken önemli faktörlerden biridir.

Sadece büyük bakımlara uygun şartlarda yapılmış hangar daha efektif bir çalışmayla bakım sürelerinin azalmasını da sağlayabilir. Araştırmada geniş hacimli veri ile daha sağlıklı sonuçlar elde etmek mümkündür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

[1] NAYLOR, T.H., BALİNTFY, J.L., BURDICK, D.S., CHU, K.
Computer Simulation Techniques. John Wiley and Sons, 1966

[2] HALAÇ, O. "İşletmelerde Simülasyon Teknikleri"
İ.Ü. İşletme Fak. Yayını, İstanbul 1982.

[3] ERKUT, H. "Benzetim Ders Notları"
T.C.D.Z.K.K. Deniz Harp Okulu Askeri Bilimler Bölümü Yöneylem Araştırması Üretim Grup Başkanlığı Yayını-2

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

GİRDİ DAĞILIMININ BELİRLENMESİNDE GENELLEŞTİRİLMİŞ LAMBDA DAĞILIMI

Dr. Berna DENGİZ

Gazi Üniversitesi
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ankara

Ö Z E T

Ramberg ve Schemeiser tarafından 1972 yılında sunulan yeni bir dağılım Genelleştirilmiş Lambda dağılımıdır (GLD). Ayrıca RS dağılımı olarak da anılmaktadır.

GLD çok çeşitli eğri şekline sahip dört parametreli, percentile fonksiyonu ile tanımlı bir olasılık dağılımıdır. Modeli bilinmeyen veri grubuna dağılım (eğri) giydirme çalışmalarında, bilinen diğer sistemlerin (Johnson sistemi, Pearson sisteni) yanında pratikliği ve uygun eğriyi vermesi nedeniyle çok kullanışlıdır.

GLD'nin (β_1, β_2) eksenlerine göre çizilen grafikte, diğer dağılımlara göre kapladığı alan daha büyük olup bilinen birçok teorik dağılımı kapsamaktadır. Parametrelerinin bazı özel değerleri için limiti üstel dağılım vermektedir.

Bu çalışmada, GLD'nin özellikleri anlatılarak bu konuda diğer yazarların araştırmaları ve bilinen birçok teorik, ampirik dağılımı temsil edebilen GLD'nin rassal değişken üretiminde genel bir algoritma olarak kullanılması tartışılmaktadır.

1. GİRİŞ

Olasılık dağılım fonksiyonlarının uygulanmasındaki esas amaç, doğadan elde edilen verilere dağılım fonksiyonlarının giydirilmesidir. Bazan bu dağılımlar simülasyon

çalışmalarında kullanılırlar; çünkü sistemdeki değişmeleri yaratacak çeşitli özelliklerde rassal değişkenlere ihtiyaç vardır. İstenen özelliklerde rassal değişken üretmenin en yaygın yolu, uygun dağılımdan değişken değerleri üretmektir. Bilinen birçok dağılım, örneğin uniform, normal, erlang, beta, üstel v.b.g. rassal değişken üretiminde kullanılmaktadır. Ancak, bir mühendis için elindeki verilere model seçimi bazı durumlarda bilinen teorik dağılımlarla mümkün olamamaktadır. Bu yüzden genel ve esnek ampirik dağılım sistemlerine gerek duyulmaktadır.

Eski bir geçmişe sahip oldukları bilinen genel dağılım sistemlerinden Peorson ve Johnson sistemleri yanında, yeni bir sistem Genelleştirilmiş Lambda Dağılımı (GLD) olarak Ramberg ve Schemeiser tarafından geliştirilmiştir[10].

Çok çeşitli eğri şekline sahip, dört parametreli Genelleştirilmiş Lambda Dağılımı, dağılımı bilinmiyen veri gruplarına dağılım giydirme çalışmalarında çok kullanışlıdır. Genelleştirilmiş Lambda dağılımı, percentile fonksiyonuyla (dağılım fonksiyonunun tersi) tanımlıdır. (β_1, β_2) eksenlerine göre çizilen grafikte, diğer dağılımlara göre genelliği görülmektedir. Bu nedenlerle, girdi dağılımın belirlenmesinde ve rassal değişken üretiminde genel bir algoritma olarak kullanılabilir.

Bu konuda diğer yazarların çalışmaları göz önünde bulundurularak Genelleştirilmiş Lambda Dağılımının özellikleri 2. kısımda verilmiştir. 3. Kısımda parametre tahmini, 4. Kısımda ise GLD'nin diğer dağılımlara göre konumu ve diğer dağılımlara yaklaşımı özetlenmektedir. Son bölümde ise rassal değişken üretiminde GLD ve bazı algoritmalar karşılaştırılmaktadır.

2. GENELLEŞTİRİLMİŞ LAMBDA DAĞILIMI VE ÖZELLİKLERİ

Sürekli olasılık dağılımı, dağılım fonksiyonu F(x) veya olasılık yoğunluk fonksiyonu (f(x) ile tanımlanır. Eğer percentile fonksiyonu veya quantile fonksiyonu mevcut ise bunlarla da tanımlanabilir. Percentile fonksiyonu,

dağılım fonksiyonunun tersidir.

Percentile fonksiyonuna örnek, $\lambda > 0$ değerleri için Tukey'in

$$R_{(p)} = [p^{\lambda} - (1-p)^{\lambda}]/\lambda \qquad (0 \leq p \leq 1) \qquad (1)$$

Lambda fonksiyonudur [2].

Ramberg ve Schemeiser bu fonksiyonu üç parametre ile percentile fonksiyonu şeklinde önermişlerdir.

$$x = R_{(p)} = \lambda_1 + (p^{\lambda_3} - (1-p)^{\lambda_3})/\lambda_2 \qquad 0 \leq p \leq 1 \qquad (2)$$

Daha sonra, simetrik yapıya sahip bu fonksiyonu, (3) nolu eşitlikte görüldüğü gibi, çok çeşitli eğri şekline sahip dört parametreli percentile fonksiyonu biçiminde genelleştirmişlerdir. Bu dağılım ile asimetrik verilere uygun eğri modelleri elde edilebilmektedir.

$$x = R_{(p)} = \lambda_1 + [p^{\lambda_3} - (1-p)^{\lambda_4}]/\lambda_2 \qquad 0 \leq p \leq 1 \qquad (3)$$

Burada λ_1 yer, λ_2 ölçek, λ_3 ve λ_4 şekil parametreleridir.

GLD'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu $f[R_{(p)}]$;

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1; \qquad \int_{0}^{1} f[R_{(p)}]R'_{(p)}dR_{(p)} = 1$$

den

$$f[R_{(p)}] = \frac{1}{R'_{(p)}} = \lambda_2[\lambda_3 p^{\lambda_3 - 1} + \lambda_4(1-p)^{\lambda_4 - 1}]^{-1} \qquad 0 \leq p \leq 1 \qquad (4)$$

olarek elde edilmektedir.

Ramberg ve Schemeiser GLD'nin k. momentinin, $\lambda_1 = 0$ ve $\min(\lambda_3, \lambda_4) > -1/k$ için,

$$E(x^k) = \lambda_2^{-k} \sum_{i=1}^{k} \binom{k}{i} (-1)^i \beta[\lambda_3(k-i)+1, \lambda_4 i+1] \qquad (5)$$

(5) nolu eşitlikten elde edildiğini göstermiştir. Ayrıca ortalama, varyans, ortalamaya göre üçüncü ve dördüncü momentler için aşağıdaki eşitlikleri vermişlerdir.

$$\mu = \lambda_1 + A/\lambda_2 \tag{6}$$

$$\sigma^2 = (B-A^2)/\lambda_2^2 \tag{7}$$

$$\mu_3 = (C-3AB+2A^3)/\lambda_2^3 \tag{8}$$

$$\mu_4 = (D-4AC+6A^2B-3A^4)/\lambda_2^4 \tag{9}$$

Burada

$$A = 1/(1+\lambda_3) - 1/(1+\lambda_4)$$

$$B = 1/(1+2\lambda_3) + 1/(1+2\lambda_4) - 2\beta(1+\lambda_3,\ 1+\lambda_4)$$

$$C = 1/(1+3\lambda_3) - 3\beta(1+2\lambda_3,\ 1+\lambda_4) + 3\beta(1+\lambda_3,\ 1+2\lambda_4) - 1/(1+3\lambda_4)$$

$$D = 1/(1+4\lambda_3) - 4\beta(1+3\lambda_3,\ 1+\lambda_4) + 6\beta(1+2\lambda_3,\ 1+2\lambda_4) - 4\beta(1+\lambda_3,\ 1+3\lambda_4) + 1/(1+4\lambda_4)$$

dür.

Dağılımın çarpıklık (α_3) ve basıklık (α_4) katsayıları

$$\alpha_3 = \mu_3/\sigma^3 \tag{10}$$

$$\alpha_4 = \mu_4/\sigma^4 \tag{11}$$

eşitliklerinden elde edilir.

3. PARAMETRE TAHMİNİ

Genelleştirilmiş Lambda Dağılım parametrelerini Ramberg, Dudewicz ve diğerleri [10] momentler yöntemiyle tahmin ederek, $\tilde{\alpha}_3$ ve $\tilde{\alpha}_4$ giriş değerlerine karşılık; $\tilde{\lambda}_1$, $\tilde{\lambda}_2$, $\tilde{\lambda}$ ve $\tilde{\lambda}_4$ değerlerinin elde edilebildiği bir tablo düzenlemişlerdir[10]. Tabloda verilen $\tilde{\lambda}_3$, $\tilde{\lambda}_4$ değerleri,

$$f(\lambda_3,\lambda_4)=[\alpha_3(\lambda_3,\lambda_4)-\bar{\alpha}_3]^2+[\alpha_4(\lambda_3,\lambda_4)-\bar{\alpha}_4]^2 \qquad (12)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

amaç fonksiyonunun minimizasyonundan, $\bar{\lambda}_1$, $\bar{\lambda}_2$ da aşağıdaki eşitliklerden

$$\bar{\lambda}_1 = \bar{x} + A/\bar{\lambda}_2$$

$$\bar{\lambda}_2 = [(B-A)^2/S^2]^{1/2}$$

elde edilmektedir.

Mykytka ve Ramberg, parametre tahmininde meydan, çeyrekler arası açıklık ölçüleriyle Hogg ve Fisher'in sıralı istatistikler için önerdiği Q_3 ve Q_4 ölçülerini kullanarak [4]

$$f(\lambda_3,\lambda_4)= (Q_3-E(Q_3))^2+(Q_4-E(Q_4))^2 \qquad (13)$$

amaç fonksiyonunu minimize ederek parametreleri tahmin etmişlerdir.

Öztürk ve Dale [6], parametre tahmininde alternatif olarak en küçük kareler yöntemini kullanmıştır.

Sözü edilen bu çalışmalarda non-linear amaç fonksiyonlarının minimizasyonu için Nelder-Mead Simplex algoritması kullanılmıştır [5].

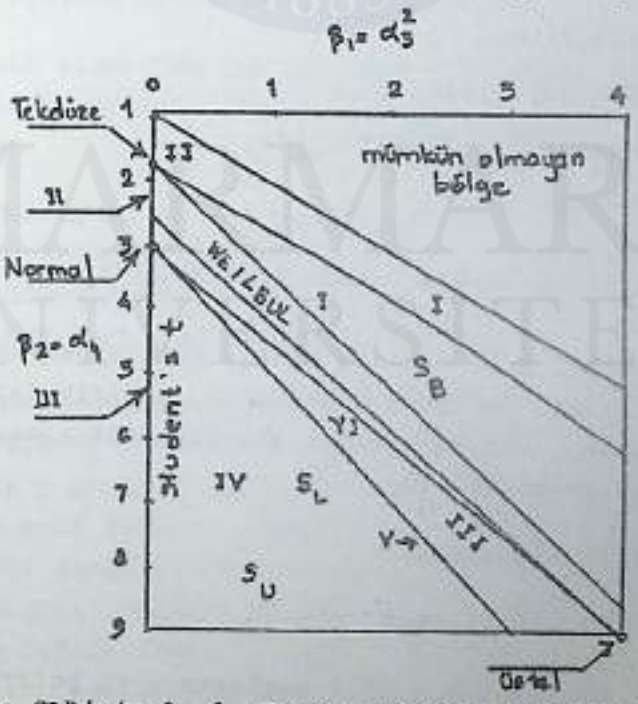
Ayrıca Öztürk ve Dale bu üç yöntemi doğruluk ve hassaslık bakımından Monte-Carlo denemeleri ile karşılaştırarak, parametre tahminlerinde kayda değer bir farklılık bulunmadığını göstermiştir.

4. GLD'NİN (β_1,β_2) EKSENLERİNDEKİ KONUMU

Üçüncü ve dördüncü momentlere ($\alpha_3^2=\beta_1$,$\alpha_4=\beta_2$) dayalı olarak çizilen grafikte (Şekil 1) bazı dağılımlar ile Johnson, Pearson sistemleri ve Genelleştirilmiş Lambda Dağılımı çarpıklık ve basıklık değerlerine göre karakterize edildiğinde, Normal, tekdüze ve üstel dağılımın her biri bir tek

nokta ile belirlenmekte ve GLD bölgesi içine düşmektedir. Şekil 1'de koyu renkle gösterilen bölge GLD bölgesidir. Student-t, Johnson'ın S_L ailesi, Pearson'ın III. tipi ve Weilbull dağılımlarının herbiri bir doğru ile tanımlanmakta ve yine GLD bölgesine düşmektedirler. I. tip Pearson dağılımı bir bölge olarak planda yer almakta ve bu dağılımın bir kısmı ile Pearson dağılım tiplerinden IV. ve VI. tiplerin kapladığı tüm alan yine GLD bölgesi içinde kalmaktadır. Aynı şekilde Johnson dağılım sisteminden S_U ailesinin kapladığı bölge bütünüyle, S_B ailesinin ise bir kısmı yine GLD bölgesi içinde kalmaktadır.

GLD, Pearson ve Johnson dağılımlarının büyük bir kısmını temsil edebildiği gibi, daha basit bir fonksiyonla tanımlıdır. Dengiz [1], Johnson, Pearson Sistemleriyle GLD'yi dağılımı bilinmiyen veri grubuna model giydirme açısından karşılaştırarak genelde, en uygun ve en pratik giydirmeyi sağlayan dağılımın GLD olduğunu göstermiştir. Adı geçen çalışmada dağılımı bilinmiyen veri gruplarına sözü edilen üç dağılım sistemi giydirilerek uygunluk testlerine göre en uygun giydirmenin GLD tarafından sağlandığı görülmüştür.



Şekil 1. GLD'nin β_1, β_2 Eksenlerindeki Konumu (GLD taralı bölgeyi kapsamaktadır)

Ramberg ve Schemeiser $\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0.1975$ ve $\lambda_3 = \lambda_4 = 0.1349$ değerleri için dağılımın standart normal dağılıma yaklaştığını göstermiştir [10].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Scheneiser [10] GLD'nin $\lambda_4 \to 0$, $\lambda_1 = \lambda_3 = 0$ ve $\lambda_2 = \lambda_4/\theta$ hali için, limitinin θ parametresi ile üstel dağılıma yaklaştığını belirtmiştir.

5. RASSAL DEĞİŞKEN ÜRETİMİNDE GLD

Girdi dağılım belirlenmesinde bilinen birçok teorik dağılım kullanılmaktadır. Ancak dağılım modeli bilinmiyen veri grubuna uygun giydirme sağlayan, çeşitli biçimlerde eğri şekilleri veren, percentile (dağılım fonksiyonunun tersi) fonksiyonu ile tanımlı GLD, rassal değişken üretiminde, veri grubuna dağılım modeli uydurulamadığı zaman, önceki bölümlerde sözü edilen özelliklerinden ötürü genel bir algoritma olarak kullanılabilir.

GLD'den rassal değişken üreten algoritma ters-dönüşüm yöntemi gerektirmeden aşağıdaki gibi yazılabilir.

GLD Algoritma:

i. $U \sim U(0,1)$ üret

ii. $X = \lambda_1 + [U^{**}\lambda_3 - (1-U)^{**}\lambda_4]/\lambda_2$

iii. return

5.1. Rassal Değişken Üretiminde Bazı Algoritmalar

Bilindiği gibi dağılım modeli bilinmiyen veri grubuna uygun rassal değişken üretiminde, ampirik dağılımdan yararlanılarak, aşağıda verilen algoritmayla rassal değişken üretilebilmektedir [3].

Ampirik Algoritma:

i. $U \sim U(0,1)$ üret

ii. $G(a_j) \leq U \leq G(a_{j+1})$' i sağlayan j'yi belirle.

$(0 \leq j \leq k-1;$ k: sınıf sayısı)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

iii. $x = a_j + [U - G(a_j)] * (a_{j+1} - a_j) / [G(a_{j+1}) - G(a_j)]$

iv. return

Bunun yerine rassal değişkenin GLD algoritmayla üretilebileceği düşünülerek, bu amaçla ampirik algoritma ve GLD algoritmayla 50 örnek grubuna ilişkin rassal değişkenler Monte-Carlo denemeleriyle üretilmiştir. Simule edilmiş değişken grupları %5 amlamlılık düzeyinde test edilerek, aralarında anlamlı bir fark olmadığı ve gerçek gözlemlerle aynı dağılıma sahip oldukları görülmüştür.

Ampirik algoritmada ii. adımda j'nin belirlenmesi her üretimde tarama işlemi gerektirmekte ve üretilen rassal değişkenler örnek grubunun en küçük ve en büyük iki değeri arasında kalmaktadır. Bunlar ampirik algoritmada görülen dezavantajdır.

Böylece GLD algoritma, Ampirik algoritma yerine rassal değişken üretiminde üreteç olarak kullanılabilir.

GLD algoritma ayrıca üstel algoritma ve polar algoritma ile karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları incelenmiştir.

Burada da bir evvelki karşılaştırmada kullanılan yöntem ve istatistiki testler sonucu GLD-üstel ve GLD-Polar algoritmalardan simüle edilmiş değişken grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Monte-Carlo denemeleri sırasında, GLD algoritmanın, $\lambda_1 < 0$ veya $\lambda_2 < 0$ parametre değerlerinde (bu durum pozitif asimetrik j şekilli eğrilerde görülmektedir) 0,02 olasılıkla negatif değerli değişken ürettiği gözlenmiştir. Kuyruk modeli simülasyonu için bu durum dezavantaj olmakta ancak, negatif değerli değişken işlem dışı bırakıldığında, üretilen değişkenlerin dağılım özelliğinin bozulmadığı anlamlılık testleriyle belirlenmiştir.

GLD algoritma , özellikle her üretimde tek standart normal değişkene (veya normal değişkene) ihtiyaç olduğunda polar algoritmaya tercih edilmelidir. Çünkü her üretimde bir değişken fazla üretilerek, zaman kaybı olacaktır.

Bilgisayar işlem zamanı açısından birbirlerine göre üstünlüğünün belirlenmesi amacıyla, GLD, ampirik, üstel ve polar algoritmalar mikrobilgisayarlarda işlem zamanı açısından karşılaştırılmıştır.

Victor-VI bilgisayarda her seferinde değişik parametre değerleriyle 10.000 denemeden elde edilen ortalama bilgisayar işlem zamanları ve algoritmalar Tablo 1'de görülmektedir.

S O N U Ç

GLD (β_1,β_2) eksenlerinde çizilen grafikte diğer dağılımlara göre kapladığı alanın büyüklüğü nedeniyle kullanım alanı daha genel bir dağılımdır. Kapalı biçimde dağılım fonksiyonunun tersi ile tanımlı olduğundan rassal değişken üretiminde ters-dönüşüm metodu gerektirmez.

Bu çalışmada karşılaştırılan algoritmalardan ampirik ve polar algoritmalar yerine GLD algoritma rassal değişken üretiminde, pratikliği ve bilgisayar işlem zamanı açısından avantajı ile tercih edilir. Kuyruk sistemlerinde sisteme gelişler arası ve servis süreleri dağılımı üstel veya diğer teorik dağılımlara uygun değilse, GLD algoritma kullanılabilir. Ancak negatif değerli değişken üretimine dikkat etmek gerekmektedir.

Sonuç olarak GLD dağılımı bilinmiyen veri gruplarına uygun rassal değişken üretiminde genel bir algoritma olarak kullanılabilir.

Tablo 1. GLD, Ampirik, Üstel ve Polar algoritmalar

Argoritma		İşlem zamanı (*) (msn)
GLD	U= RND ( ) $X= \lambda_1+(U^{**}\lambda_3-(1-U)^{**}\lambda_4)/\lambda_2$	18.07
Ampirik	U= RND ( ) If ((U.GE.Ga_j) AND U.LE.Ga_{j+1})) THEN ($0 \leq j \leq k-1$) $X= a_j+(U-Ga_j)*(a_{j+1}-a_j)/(Ga_{j+1}-Ga_j)$	18.07
GLD**	U= RND ( ) $X= \lambda_1+(1-(1-U)^{**}\lambda_4)/\lambda_2$	10.1
Üstel	U= RND ( ) $X= -\frac{1}{\beta} * \ln(1-U)$	8.05
Polar	1 U_1= RND ( ) U_2= RND ( ) $V_1= 2 * U_1-1$ $V_2= 2 * U_2-1$ $W= V_1 ** 2+ V_2**2$ If (W.GT.1) got to 1 Y= ((-2 * lnW)/W)**0.5 $X_1= V_1 * Y$ $X_2= V_2 * Y$	32.93

* Algoritma işlem zamanları Victor VI sistemde BASIC programlama dilinde 10.000 kez değişik parametre değerleriyle, değişkenler üretilerek ortalama değerler olarak bulunmuştur.

** Pozitif asimetrik j şekilli eğride $\lambda_3 = 0$ olmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKLAR

1- Dengiz, B., "Johnson, Pearson Sistemleri ve Genelleştirilmiş Lambda Dağılımı", Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, Eylül, 1987.

2- Joiner, B.L., ve Rosenblatt, J.R., "Some Properties of the Range in Samples from Turkey's Symmetric Lambda Distributions" Journal of the American Statistical Association, Theory and Method Section, (66-334), 1971

3- Law, A.M. ve Kelton, W.D., Simulation Modelling and Analysis, McGraw-Hill Book Company, New York, 1982

4- Mykytka, E.F. ve Ramberg, J.S., "Fitting a Distribution to Data Using an Alternative to Moments", IEEE Proceedings of the 1979 Winter Simulation Conference, s.361-374, 1979

5- Olsson, D.M ve Nelson, L.S., "The Nelder-Mead Simplex Procedure for function minimization", Technometrics, cilt 17, s.45-51, 1975

6- Öztürk, A. ve Dale, R.F. ,"Least Square Estimation of the Parameters of the Generalized Lambda Distribution, Technometrics, cilt 27, s.81-84, 1985

7- Öztürk, A, "A Rewiev on the Generalized Lambda Distribution, Istatistik Sempozyumu, ODTÜ, Ankara, 1986

8- Öztürk, A., "On the W Test for the Extreme Value Distribution" Submitted to Biometrika, 1986

9- Ramberg, J.S. ve Schmeiser, B.W., "An Approximate Metod for Genarating Symmetric Random Variables", Communications of the ACM, cilt 15, no.11, s.987-990, 1972

10- Ramberg, J.S., Dudewicz, E.J., Tadikamalla, P.R. ve diğerleri, "A Probability Distribution and its Uses in Fitting Data", Technometrics, cilt 21, No.2, s.201-214, 1979.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

PERYODİK SİNYALLER İLE UYARILMIŞ LİNEER OLMIYAN SİSTEMLERİN ANALİZİ İÇİN ÇABUK YAKINSIYAN YENİ BİR METOD

Doç. Dr. Muhammet Köksal, Arş. Gör. Esin Türkbeyler

ODTÜ, Gaziantep Elektrik ve Elektronik Müh. Böl., Gaziantep

Özet. Bu bildiride lineer olmıyan sistemlerin peryodik çözümlerinin bulunması için mevcut yöntemlerden farklı yeni bir yöntem tanıtılmıştır. Geçici rejimleri geç sönümlenen sistemler için yeni algoritma önceki metodlara nazaran daha çabuk ve ekonomik olarak sonuçlar vermektedir. Algoritma sistem dinamiği parça-parça lineer olan sistemlere uygulanabilmekte, lineer bölgelerin birinden diğerine geçiş zamanlarının sırasının bilinmesini gerektirmektedir.

I. GİRİŞ

Lineer olmıyan sistemlerin peryodik uyarı sinyalleri ile uyarılmaları halinde ne gibi özellikler gösterebileceği [1]'de detaylı olarak anlatıldığından bu makalede tekrar edilmiyecektir. Ancak peryodik kalıcı çözümlerin bulunmasında kullanılan metodlardan kısaca bahsetmekte yarar vardır.

Peryodik kalıcı çözümün bulunmasında en basit yol sistemi tanımlıyan diferansiyel denklemlerin nümerik metodlar kullanılarak entegre edilmesidir; bu metod Kaba kuvvet (Brute force) metodu olarak bilinir ki ancak geçici rejimlerin çabuk sönümlenmesi halinde uygun olup, aksi takdirde çok uzun bilgisayar zamanı gerektirir. Eğer sistem lineer ve lineer olmıyan kısımlara bölünebiliyor ve lineer olmıyan kısım nisbeten küçük ise bilinmiyen sinyallerin Fourier serileri ile gösterilmesi esasına dayanan harmonik denge (harmonic balance) metodu kullanılır [2-4]. Optimizasyon kullanılarak en uygun Fourier katsayıların bulunmasını gerektiren bu yöntem doğrusallıktan çok uzak elemanları içeren sistemler için uygun olmamaktadır; buna çözüm olarak fonksiyonların trigonometrik seriler yerine üçüncü dereceden peryodik

fonksiyonlar olan ve "Spline functions" olarak bilinen serilerle gösterilmesi önerilmiş [5] bu ise sadece bir kısım sistemler için uygun olmuştur. Üçüncü bir yaklaşım olarak şutlama yöntemleri (shooting methods) gelmektedir [6-9]. Bu yöntemlerde iki noktalı sınır değeri problemi çözülmektedir. Kullanılan algoritmalar en uygun ilk koşul değerlerini bulmaya yarar. Bunun için başlıca üç yaklaşım mevcuttur: Birincisinde t_o ilk zamanı ve bir peryot sonraki, yani t_o+T zamanındaki sınır değerleri arasındaki fark en aza indirilmeye çalışılır (Newton metodu [6,9]); nümerik entegrasyon kullanılarak Jacobian matrisi hesaplanır. İkinci yaklaşımda ilk koşulların optimize edilecek parametreler olarak tanımlandığı lineer programlama metodları kullanılır; bu da nümerik entegrasyonla gradyen vektörünün bulunmasını gerektirir [7]. Üçüncü yaklaşım ise ekstrapolasyon yöntemi olup, sistemi tanımlayan denklemler çeşitli ekstrapolasyon algoritmalarının uygulanabilmesi için nümerik olarak entegre edilmekte ve bir dizi ilk koşul vektörleri elde edilmektedir [8,10,11]. Newton, gradyen ve ekstrapolasyon metodlarının karşılaştırılması [12,13] 'de incelenmiş olup, bu metodların her üçü de kuadratik yakınsama özelliğine sahip olduğundan çabuk yakınsayan peryodik kalıcı-rejim hesaplama yöntemleri olarak bilinirler.

Lineer olmıyan sistemler çok acayip özellikler göterebildiğinden peryodik olarak uyarıldıklarında kalıcı rejimlerin peryodik olduklarını kabul etmek her zaman mümkün değildir; bu meyanda [14] çok iyi bir referans olarak gösterilebilir.

Peryodik olarak uyarılmış ancak kalıcı tepkeleri peryodik olar lineer olmıyan sistemlerin, peryodik olarak değişen lineer sistemlermiş gibi muamele edilerek çözümlenmesine ilk örneklerden biri Köksal [1,15] tarafından verilmiştir. Bu metod diğerlerinde olduğu gibi Jacobian matrisi veya gradyen vektörü bulmak veya ekstrapolasyon yapabilmek için nümerik entegrasyon gerektirmemekte, ne de herhangi bir optimizayson programına gerek duymaktadır. Bu metodda sistem parametrelerinin parça-parça sabit (zamanla değişmiyen) parametreler olduğu kabul edilmekte, böylece belirli hassasiyetler içinde çok kısa ve çabuk olarak peryodik kalıcı rejimler hesap edilmektedir.

Bu makalede konu edilen yöntem Köksal'ın yukarıda bahsolunan metoduna benzemektedir. Ancak ondan tamamen farklı ikinci bir metod teşkil etmektedir. İlkinde bir peryotta alınmış olan interval (aralık) sayısı ve bu intervallerin süreleri sabit olup, bu sayı ne kadar fazla ise hassasiyet o kadar artmakta, ancak kullanılan bilgisayar zamanı da buna paralel

olarak uzamaktadır. İkinci metodda ise birinciye göre daha küçük bir lineer olmıyan sistemler kümesi ele alınmaktadır. Sistem karakteristiklerinin parça-parça lineer yaklaşımı kullanılmakta ve bu nedenle ortaya çıkan interval sayısı sabit kabul edilmekle beraber bunların süreleri değişmektedir. Hazırlanan program bu sürelerin gerçek değerlerini hesaplamayı hedeflemekte ve sonuçta yine Köksal tarafından geliştirilmiş MAINLN adlı bir program kullanılarak kesin sonuçları bulmaktadır. Şimdi bu yöntemin detaylarının incelenmesine geçilecektir.

II. FORMÜLASYON

Lineer olmıyan sistemi uyaran sinyallerin ortak peryotlarının T olduğu, uyarılan sistemin bu peryot boyunca birbiri peşi sıra K değişik intervale girdiği kabul edilsin. Uzunluğu belli olmayan bu intervallerin her birinde $(\tau_k,\ k=1,2,\ldots,K)$ sistem dinamiği

$$\dot{x}(t) = A_k x(t) + B_k u(t) \tag{1a}$$

$$y(t) = C_k x(t) + D_k u(t) \tag{1b}$$

denklemleri ile tanımlansın. Bu denklemlerde $x \in R^n$, $u(t) \in R^r$, $y(t) \in R^m$ olup A_k, B_k, C_k, D_k ise x,u,y vektörleri ile uygun boyutlarda matrislerdir; R reel sayılar kümesini göstermekte olup, $t \in R$. x,u,y vektörleri sırayla durum değişkenleri, uyarı fonksiyonları ve tepke (çıkış) değişkenlerini gösterirler. Dikkat edilirse bu denklemler peryodik olarak açılıp kapanan anahtarları içeren lineer devrelerin tanımlanmasında kullanılan denklemlerin aynısıdır [17].

Gerçek değerlerinden çok fazla uzak olmamak koşuluyla, ki bu husus halen incelenmektedir [18], τ_i aralıklarının bilindiği kabul edilirse (1)'deki denklemlerin çözümü bilinmektedir [16,19]. Dolayısıyla en önemli husus τ_i zaman aralıklarının hesabı olmaktadır. Bu ise iterativ olarak Newton-Raphson metodunun [20] uygulanması ile mümkün olmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi daha önce tahmin olunan

$$\eta_k = \tau_1 + \tau_2 + \ldots + \tau_{k-1} \tag{2}$$

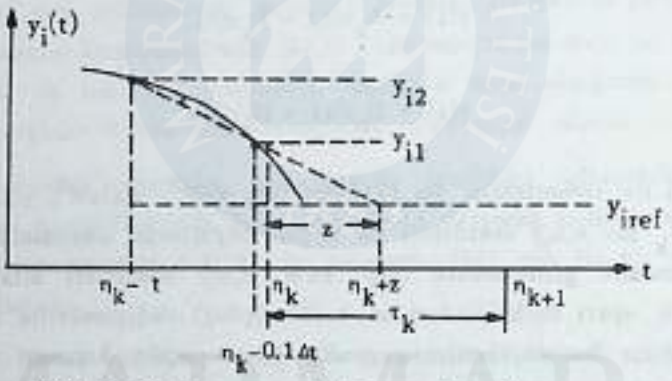
zamanında y_i sinyali alması gerekli y_{iref} değerine yaklaşık olarak $\eta_k + z$ zamanında ulaşabilecektir. Burada z şu denklemle belirlenmiştir:

$$z = \Delta t \frac{y_{i1} - 0.9y_{iref} - 0.1y_{i2}}{y_{i2} - y_{i1}} \qquad (3)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yeni zamanın $\eta_k + z$, veya bir sonraki intervalin başlangıcı olan η_{k+1}'i geçmemek için $\eta_k + (z/s)$ olarak belirlenmesi gerekmektedir. Burada s 1'den büyük ve programın akışı içinde değeri otomatik olarak değiştirilebilen bir bölendir. Normal olarak s'nin değeri 2 seçilmiştir.

Yukarıda y_1 çıkış sinyali tarafından kontrol edilen bir geçiş zamanının (bir lineer bölgeden diğer bir lineer bölgeye geçiş) değişimi anlatılmıştır. Benzer şekilde diğer çıkış sinyalleri tarafından değiştirilen zaman aralıkları da mevcut olup, bu sinyaller ve ilgili referans değerleri sistem elemanlarının lineer olmıyan karakteristiklerinden bulunmaktadır. Tek bir sinyal birden fazla referans değerine sahip olabilir ve birden fazla geçiş zamanını kontrol edebilir.



Şekil 1. Yeni zaman aralıklarının hesaplanması.

Bu makalenin kapsamı içinde ve bu konudaki daha önce yapılmış olan çalışmalardan bahsetmeden daha detaylı bilgi verme olanağı bulunmadığından yeni metodun uygulanmasına bir örnek verilmekle yetinilecektir.

III. ÖRNEK

Örnek olarak sistem dinamiği aşağıdaki denklemler ile belirlenen bir lineer olmıyan sistem ele alınmıştır:

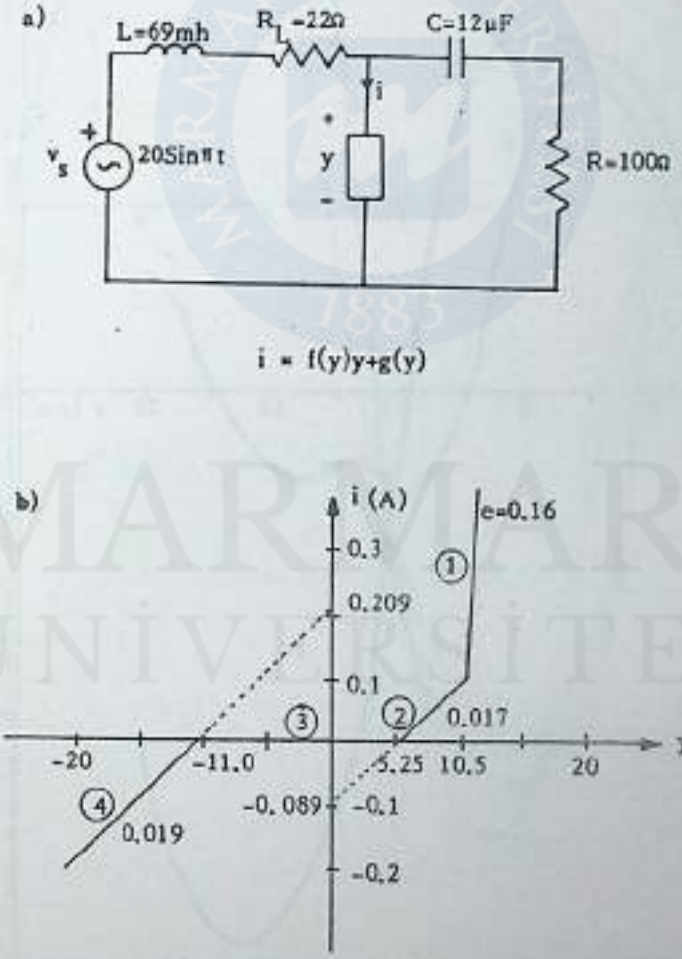
$$x_1 = -83333\,[f(y) + x_2 - g(y)] / [1 + 100f(y)] \qquad (4a)$$

$$x_2 = [-14.49x_1 - 100.0x_2 - 1449.0g(y)] / [1 + 100f(y)] - 318.78x_2 + 289.8\sin 314.159t \qquad (4b)$$

$$y = [x_1 + 100.0x_2 - 100.0g(y)] / [1 + 100f(y)] \qquad (4c)$$

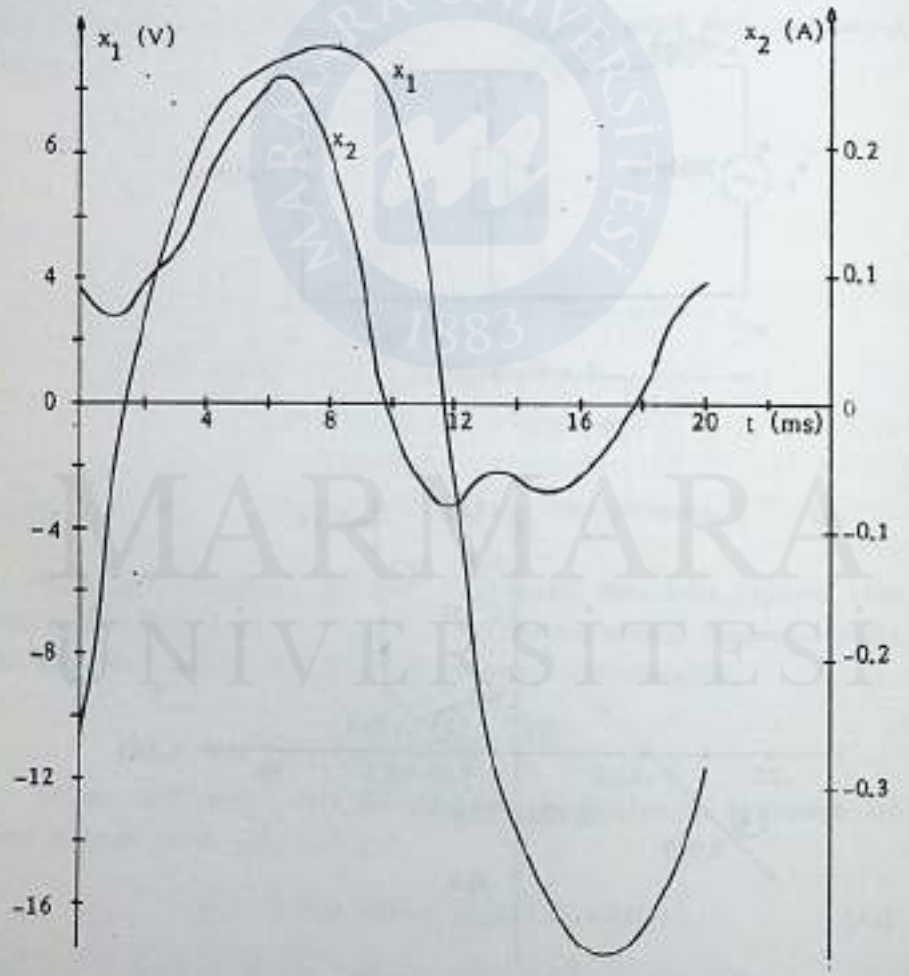
$$g(y),\ f(y) = \begin{cases} 0.019,\ 0.209 & y < -11.0 \\ 0.000,\ 0.000 & -11.0 < y < 5.25 \\ 0.017,\ -0.089 & 5.25 < y < 10.5 \\ 0.160,\ -1.590 & 10.5 < y \end{cases} \qquad (4e)$$

denklemleri ile tanımlanan lineer olmıyan bir sistem ele alınsın. Bu denkler örneğin Şekil 2' de gösterilen lineer olmıyan bir elektrik devresini tanımlarlar [18].



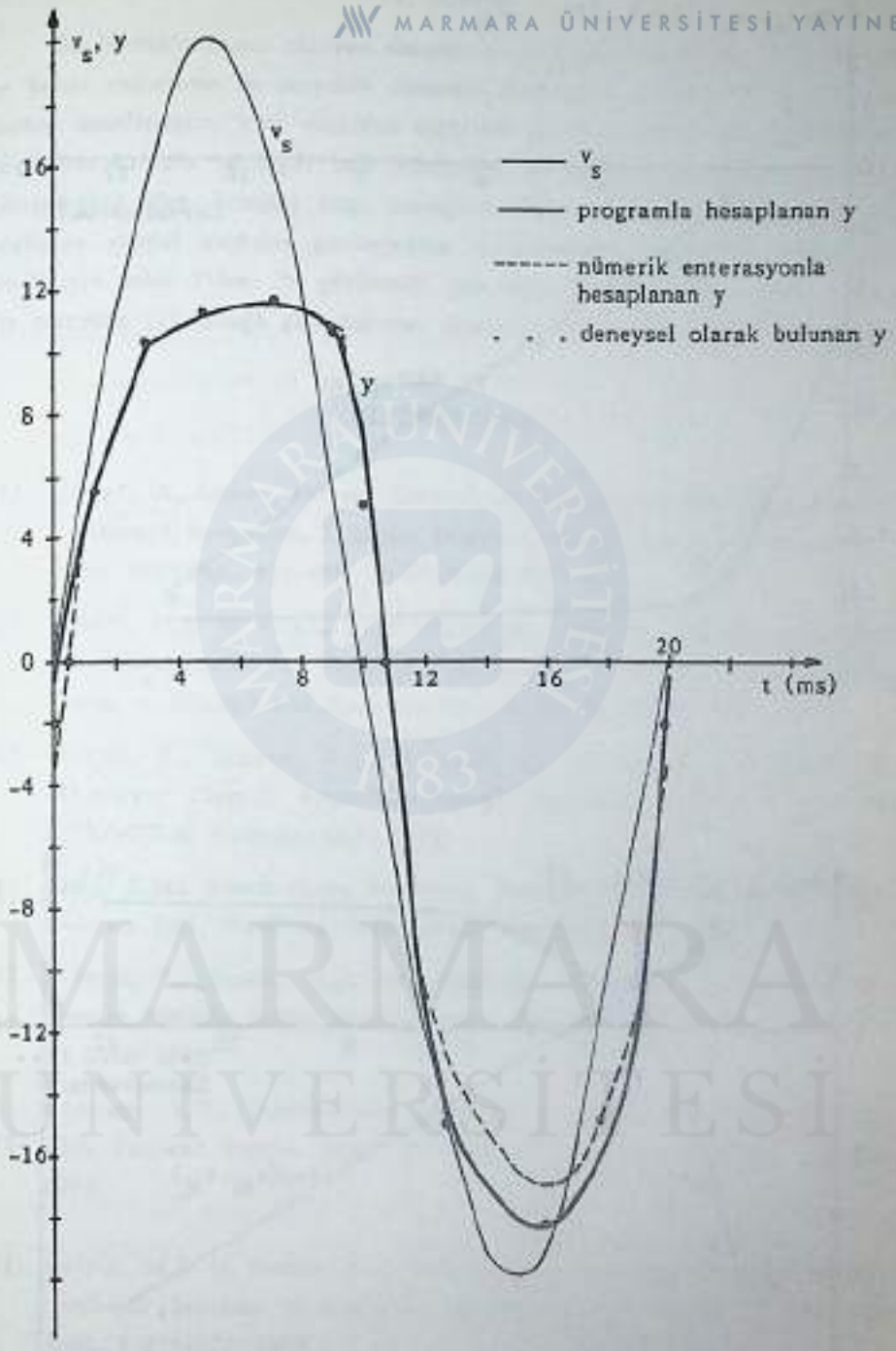
Şekil 2. a) (4)'deki denklemlerle tanımlanan elektrik devresi,
b) Lineer olmıyan direncin karakteristiği.

Bir peryot boyunca lineer olmıyan elemanın sırasıyla Şekil 2b'de gösterilen 3.,2.,1.,2.,3.,4. ve tekrar 3. bölgelerde τ_1=2ms, τ_2=3ms, τ_3=4ms, τ_4=3ms, τ_5=3ms, τ_6=2ms, τ_7=3ms zamanları süresince çalıştığı kabul edilirse (4)'deki denklemlerin her zaman süresinde (1)'deki gibi yazılabileceği gösterilebilir. II. Bölümde anlatılan yöntemi uygulamak üzere hazırlanmış olan bilgisayar programı sonuç olarak τ_1=1.0632ms, τ_2=2.0248ms, τ_3=6.2096ms, τ_4=1.1118ms, τ_5=1.7512ms, τ_6= 7.405ms, τ_7=4.3433ms zamanlarını, çözüm olarak da Şekil 3'de görülen x_1 ve x_2 durum değişkenlerini vermektedir. Şekil 4'de ise y çıkış sinyalinin deneysel olarak, nümerik entegrasyonla ve bu bildiride tanıtılan yöntemle bulunan değişimi gösterilmiş olup, sonuçlar birbirleriyle uyum içindedir.



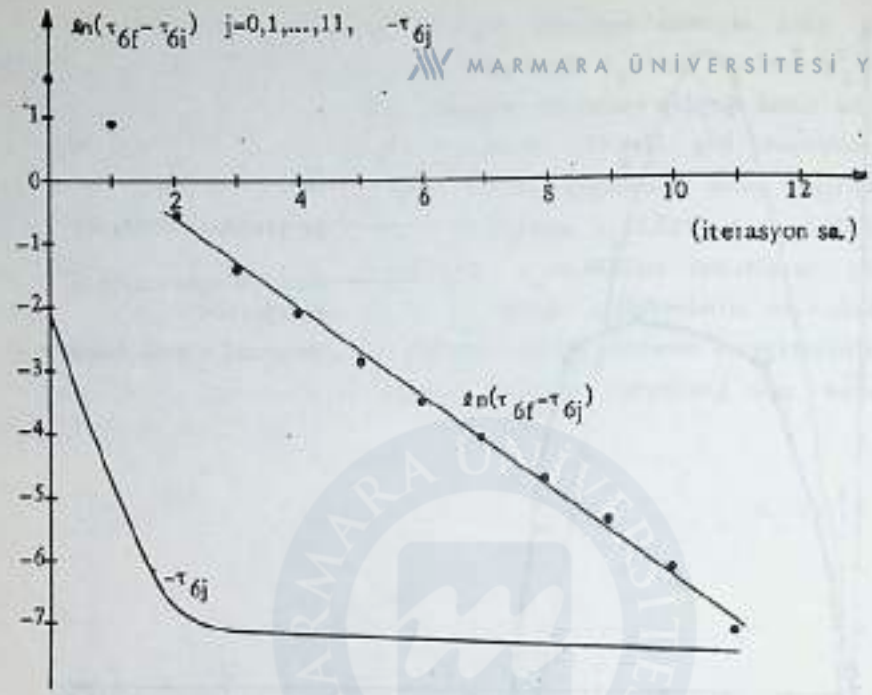
Şekil 3. Durum değişkenlerinin değişimi.

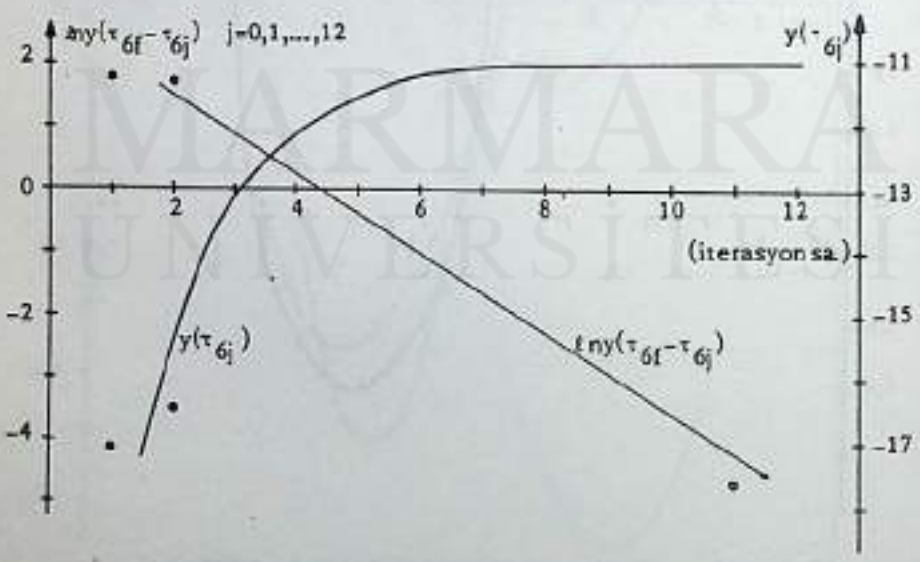
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 4. Örnek olarak verilen devrede çıkış sinyalinin değişimi.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ





Şekil 5. Örnekte kullanılan metodun yakınsama özellikleri.

IV. SONUÇ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu bildiride lineer olmıyan sistemlerin peryodik sinyallerle uyarılmaları ve kalıcı rejimlerin de peryodik olmaları durumunda uygulanabilen yeni bir metod tanıtılmıştır. Yeni metodun diğerleri ile karşılaştırılması, yakınsama, bilgisayar zamanı ve diğer bazı yönlerinin de incelenmesi halen üzerinde çalışılmakta olan konular olup, sonuçların lineer olmıyan sistem dinamiği analizine orjinal katkılar getireceğine inanılmaktadır. Şimdilik yakınsama özelliğinin Şekil 5'den de görüleceği gibi daha önceki benzer fakat farklı bir metodda [1] olduğu gibi doğrusal olduğunu belirtmekle yetinilmiştir [20].

REFERANSLAR

[1] Köksal, M., Lineer Olmıyan Sistemlerin Peryodik Çözülerinin Bilgisayar Kullanarak Bulunması, I. Ulusal Bilgisayar Destekli Tasarım Sempozyumu Tebliğleri, 431-443, 25-27 Nisan 1984, İzmir.

[2] Nakhla, M.S. ve Vlach, J., A Piecewise Harmonic Balance Technique for Determination of Periodic Response of Nonlinear Systems, IEEE Trans. on Circuits and Systems, CAS-23, 85-91, Şubat 1986.

[3] Filicori, F., Monaco, V.A. ve Naldi, C., Simulation and Design of Microwave Class-C Amplifiers trough Harmonic Analysis, Proc. of IEEE/MTT-S, Orlando, USA, 1979.

[4] Baily, E.M., Steady-State Harmonic Analysis of Nonlinear Networks, Doktora Tezi, Standford Ünliversitesi, Standford, CA, 1968.

[5] Filicori, F., Scalas, M.R. ve Naldi, C., Nonlinear Circuit Analysis through Periodic Spline Approximation, Electronics Letters, 15, 597-599, 13 Eylül 1979.

[6] Armanzi, A.N., Steady-State Analysis of Piecewise-Linear Systems with Periodic Inputs, Proc. of IEEE (Lett.), 61, 789-790, Haziran 1973.

[7] Nakhla, M.S. ve Branin, F.H., Determining the Periodic Response of Nonlinear Systems by Gradient Method, Int. J. Circuit Theory and Appl., 5 ,255-273, 1977.

[8] Skelboe, S., Computation of the Periodic Steady-State Response of Nonlinear Networks by Extrapolation Methods, IEEE Trans. on Circuits and Systems, CAS-27, 161-175, Mart 1980.

[9] Colon, F.R. ve Trick, T.N., Fast Periodic Steady-State Analysis of Large Electronic Circuits, IEEE J. of Solid-State Circuits, SC-8, 260-269, Ağustos 1973.

[10] McLeod, J.B., A Note on the ε-Algorithm, Computing, 7, 17-24, 1971.

[11] Cabay, S. ve Jackson, L.W., A Polynomial Elxtrapolation Method for Finding Limits an Unlimits of Vector Sequences, SIAM J. Numerical Analysis, 13,734-752, 1976.

[12] Fattouh, F.S., Rum, N.C. ve Blostein, M.L., Computational Techniques for the Periodic Steady-State Analysis of Large Nonlinear Circuits, IEEE Trans. on Circuits and Systems, CAS-27, 332-335, Nisan 1980.

[13] Skelboe, S., Conditions for Quadratic Convergence of Quick Steady-State Methods, IEEE Trans. on Circuits and Systems, CAS-29, 234-239, Nisan 1982.

[14] Chua, L.O., Hasler, M., ve Verburgh, F., Dynamics of a Piecewise-Linear Resonant Circuit, IEEE Trans. on Circuits and Systems, CAS-29, 535-547, Ağustos 1982.

[15] Köksal, M., A Fast Convergent Method for the Analysis of Nonlinear Systems with Periodic Excitations, 1984 IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems Proc., vol. 3 of 3, 84CH 1993-5, 1361-1364, Montreal-Canada, 7-10 Mayıs 1984.

[16] Köksal, M., A Computer Program for the General Solutions of Periodically Time-Varying Systems: MAINLN, ODTÜ Gaziantep Elekt.-Elktrn. Mühendisliği Bölümü, Tek. Rap. No. GEEE/CAS-84/2, Ocak 1984.

[17] Köksal, M. ve Totad, Y., State-Space Formulation of Linear Circuits Containing Periodically Operated Switches, Circuit Theory and Appl., 5, 155-170, 1977.

[18] Türkbeyler, E., Analysis of Power Electronic Circuits, ODTÜ Gaziantep Elekt.-Elktrn. Mühendisliği Bölümü, Yüksek lisans çalışması (devam ediyor).

[19] Köksal, M. ve Tokad, Y., On the Solution of Linear Circuits Containing Periodically Operated Switches, Proc. of the 1976 Europeon Conf. on Circuit Theory and Design, 1, 77-82, Genova-İtalya, 7-10 Eylül.

[20] Peter, A.S., Introduction to Numerical Methods, Mac Millan Company, London, 1970.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XVI. ULAŞIM YÖNETİMİNDE YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

XVI. I. *Denetimsiz Kavşaklardaki Trafik Akımının Simulasyonu ve Kapasite, Kuyruk ve Gecikme Hesapları* XVI-1
Dr. FAZIL ÇELİK, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

XVI. II. *Binalarda Yaya Sirkülasyonu ve Boşalma Sürecinin Benzetimi* XVI-15
Dr. GÜLEN ÇAĞDAŞ, Doç. Dr. GÜLSÜN SAĞLAMER, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü., Taşkışla, İstanbul.

XVI. III. *Hafif Metro İstasyonlarında İnsan Hareketlerinin Benzetimi* XVI-27
Doç. Dr. GÜLSÜN SAĞLAMER, Dr. GÜLEN ÇAĞDAŞ, Mimarlık Fakültesi, İ. T. Ü., Taşkışla, İstanbul.

XVI. IV. *Boğaz Köprüsü Gişelerinde Kuyruklanma* XVI-36
Doç. Dr. ERGUN GEDİZOĞLU, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DENETİMSİZ KAVŞAKLARDAKİ TRAFİK AKIMININ SİMULASYONU VE KAPASİTE, KUYRUK VE GECİKME HESAPLARI

Dr.Y.Müh. Fazıl ÇELİK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ulaştırma Anabilim Dalı

ÖZET

Bu bildiride denetimsiz eşdüzey kavşaklardaki trafik akımını simüle etmek üzere geliştirilen sayısal bilgisayar programı STSMU tanıtılmaktadır. Program, talep ve kapasite akımının tüm değerlerini kapsamakta ve kapasite, kuyruk uzunluğu ve ortalama taşıt gecikmelerinin belirlenmesine olanak sağlanmaktadır. Programda talep akımının dikdörtgen pik şeklinde olduğu varsayılmaktadır. Rastgele taşıt gelişleri ve taşıt aralıklarını temsil etmek üzere çift üssel dağılım kullanılmaktadır. Yanyol sürücülerinin anayola girişte kabul ettikleri aralıkların ise üniform dağılıma uyduğu varsayılmaktadır. Simülasyon programının verdiği sonuçlarla gerçek kavşak gözlemlerinin karşılaştırılması, İstanbul'da seçilen iki ayrı kavşak üzerinde gösterilmiştir.

1. GİRİŞ

Kavşaklar; trafik akımının hareket yeteneği ve güvenliği üzerinde etkin rol oynadıkları ve bu durumun tüm ulaşım sistemini etkilediği için kentsel yol ağının en önemli kısımları sayılmakta dolayısıyla kavşaklarla ilgili problemler Yol ve Trafik Mühendisliğinde çok önemli bir yer tutmaktadırlar.

Bilindiği gibi kent kavşak sistemlerinin temelini oluşturan denetimsiz eşdüzey kavşaklardaki darboğazların giderilmesi amacıyla hazırlanacak alternatif kavşak projelerinin değerlendirilmesinde kavşak performansını etkileyen büyüklüklerin; yani kapasite, kuyruk ve taşıt gecikmesi değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Aynı şekilde taşıt sürücülerinin hat seçimlerini etkileyen en önemli faktörler olmaları nedeniyle, yol ağı üzerindeki trafik dağılımının belirlenmesinde ve taşıt işgal sahalarının saptanmasında da bu değerlerin bilinmesine gereksinim vardır/1/.

Elimizde trafik akımının her değerinde doğru sonuçlar verebilen kapasite modelleri bulunmasına rağmen aynı durumu taşıt kuyruk uzunluğu ve gecikmeleri için söylemek son zamanlara kadar mümkün olamamıştır.

Denetimsiz bir kavşakta anayol akımının kesilmesi ya da yavaşlaması söz konusu değildir. Dolayısıyla yanyol taşıt sürücüleri, kavşak ağzına yerleştirilen "Dur" ya da "Yolver" işaretinin gerisinde durarak anayol akımını gözlemek ve anayol akımında kendisi için uygun gördüğü aralığı bulduğu zaman kavşağa girmek durumundadırlar. Bu şekilde yanyolda gecikmeye maruz kalan taşıtların ortalama gecikmelerini hesaplayan önemli formüllerden ilki Trafik Mühendislerinin yakından tanıdığı TANNER/2/'in probabilistik kuyruk modelidir. Bu formülde taşıt başına ortalama gecikme; anayol ve yanyol taşıt hacimlerine, anayol ve yanyoldaki minimum taşıt aralıklarına ve yanyol taşıt sürücülerinin anayola giriş için anayol akımında kabul ettikleri varsayılan belli bir "kabul aralığı"nın uzunluğuna bağlıdır. Formülün enbüyük dezavantajı, zamana bağlı olmaması ve sadece düşük trafik akımlarında geçerli olmasıdır. Nitekim yanyol akımının kapasiteye yaklaşması halinde formül gerçekte olandan çok daha fazla gecikme hesaplamakta ve akımın tam

kapasiteye eşit olması durumunda sonsuz gecikme vermektedir. Oysa, yanyolun özellikle pik saatlerde zaman zaman kapasite ve üzerinde yüklendiğini ve bu durumda zaman boyutunun gecikme üzerinde aşırı derecede etkili olduğunu biliyoruz.

Kavşağın kapasite üzerinde yüklenmesi halinde MAY ve KELLER/3/ ile NEUBERGER/4/ deterministik kuyruk modelleri geliştirmişlerdir. Zaman bağımlı bu formüllerin en büyük dezavantajı, trafik akımının istatistiksel bir karakterde olduğu gerçeğini inkâr etmeleri ve yanyol talep akımının kapasiteye eşit olması halinde sıfır gecikme vermeleridir. Dolayısiyle bu formüller, kapasitenin önemli ölçüde aşıldığı trafik akımı değerlerinde geçerli olmaktadırlar.

Görüldüğü gibi yanyol talep akımının, yanyolun deşarj kapasitesine oranı olarak tanımlanan trafik yoğunluğunun 1 olduğu akım değeri ve bunun civarlarında gerek probabilistik ve gerekse deterministik modellerin doğru sonuçlar veremediği kritik bir bölge ortaya çıkmaktadır.(Bkz. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2)

2. STSMU SİMÜLASYON PROGRAMI

Bu çalışmada, denetimsiz kavşak performansını, trafik yoğunluğunun tüm değerlerinde incelemeye olanak sağlayan STSMU adlı sayısal bilgisayar simülasyon programı geliştirilmiştir. Kavşağın kapasitesi ve taşıt kuyruk ve gecikmelerinin gözlenebilmesi için böyle bir modellemeye gereksinim vardır. Çünkü kavşağın bizzat kendisi üzerinde deneyler yapmak yani kavşağı çok çeşitli trafik koşullarında yükleyerek sonuçları gözlemek olanaksız olduğu gibi bir test kavşağı inşa ederek aynı deneyleri yapmak da çok pahalı bir çözümdür. Bu nedenlerle kavşağı simüle etmek; yani anayol, yanyol, taşıt ve sürücü dörtlüsünden oluşan denetimsiz kavşak sistemini bilgisayarda temsil ve taklit

etme yoluna gidilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Kavşaklardaki trafik olayı zaman boyutunda değişken, çok etkenli, karmaşık, stokastik bir olaydır. Bilindiği gibi en karmaşık matematik modeller bile tüm taşıt ve sürücülerin genel olarak aynı karektere sahip olacakları "makroskopik" bir yaklaşımı yapmak, yani değişkenlerin ortalama değerleri ile çalışmak zorundadırlar. Simülasyonda ise olaya "mikro" düzeyde bir yaklaşım yapılarak taşıt ve sürücüler tek tek ele alınmakta; herbirinin bireysel davranışları ayrı ayrı incelenmekte; değişken olarak ortalama değer değil de bunların her birine özgü rastlansal gerçek değişkenler kullanılmaktadır.

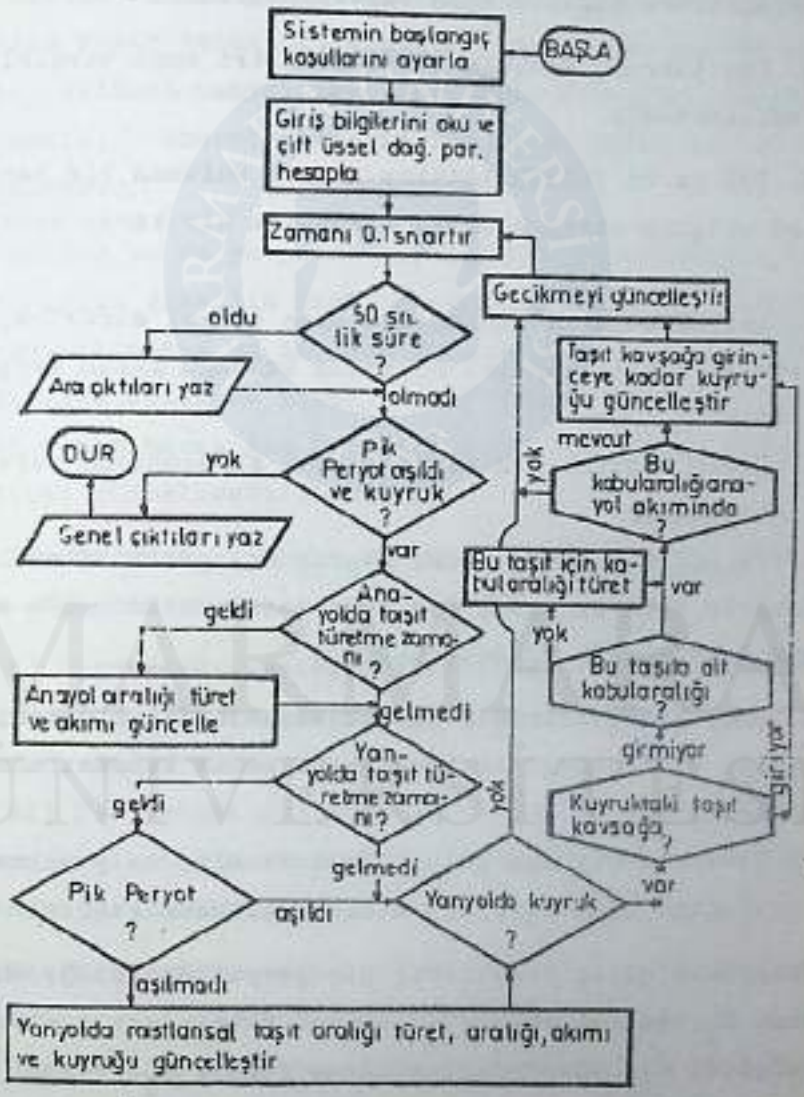
Denetimsiz eşdüzey kavşaklardaki kesişen trafik akımlarının simülasyonunu yapmak üzere geliştirilen STSMU programında talep akımının dikdörtgen pik şeklinde olduğu varsayılmaktadır. Gerek anayol ve gerekse yanyoldaki rasgele taşıt gelişleri ve rasgele taşıt aralıklarını temsil etmek üzere çift üssel dağılım kullanılmıştır/5/. Trafik akımını temsil eden en iyi olasılık fonksiyonu olan bu dağılımda taşıtların, trafik akımı içerisinde iki ayrı bilçimde seyrettikleri kabul edilmiştir: Birincisi, taşıtların sollama serbestisine sahip oldukları "serbest akım", diğeri ise sollamanın yapılamadığı ve öndeki taşıtın minimum bir aralıkla takip etme zorunda kalındığı "bağımlı akım"dır.

Programda sürücü kabul aralıklarının ise ortalama kabul aralığı α etrafında ± 1 standart sapmayla üniform olarak dağıldığı kabul edilmiştir.

Denetimsiz kavşaklardaki trafik olaylarını temsil ettikleri varsayılan bu olasılık fonksiyonlarına "Ters Dönüşüm" yöntemi uygulanarak sistemdeki değişmeleri temsil eden rastlansal değişken formülleri elde edilmiştir.

Rastlansal değişken formüllerinden çok sayıda ve rastgele değişkenler elde etmek üzere "Çarpım Uygunluk Yönteni"-nin IBM/360 için düzenlenen şekli kullanılmıştır/6/.

FORTRAN dilinde yazılan programın akış diyagramı Şekil 2.1'de verilmiştir.



ŞEKİL 2.1 SISMU simülasyon programlarının basitleştirilmiş akış diyagramı

Simüle kavşak sisteminin işletim kuralları şu şekilde özetlenebilir:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Simülasyonun başlangıç anında kavşağın boş olduğu yani bu anda sistemde hiçbir taşıtın bulunmadığı kabul edilmektedir (Fakat programın başlangıç bilgileri istendiği gibi ayarlanabilir).

2. Gerek anayol ve gerekse yanyolda taşıt gelişleri taşıt aralıkları dağılımından türetilmektedir.

3. Taşıtların, kavşağa türetildikleri anda vardıkları kabul edilmektedir.

4. DUR ya da YOLVER hattına gelmiş bulunan bir yanyol sürücüsü kavşağa girip girmeme konusunda bir karar vermektedir.

5. Anayol akımını gözlemekte olan yanyol sürücüsü, kabul ettiği aralığı anayol akımında bulduğu zaman kavşağa girmektedir.

6. Duruş hattına ilk varan yanyol sürücüsünün servisi ilk yapılmaktadır.

7. Yanyol sürücüsü, varsa kuyruktaki gecikmesine ilâveten servis için de makul bir süre gecikmektedir. (Bu süre ortalama 2 sn olarak düşünülmüştür.)

8. Anayol taşıtlarının kavşak sahasında hızlanması, yavaşlaması ve herhangi bir gecikmeye maruz kalması söz konusu değildir.

9. Kavşakta meydana gelebilecek kazalar ve yayaların taşıt trafiğine olan etkileri dikkate alınmamaktadır.

Programın giriş bilgileri; pik peryot süresi T, anayol akımı Q_1, yanyol akımı Q_2, anayol akımındaki minimum taşıt aralığı β_1, yanyoldaki minimum aralık β_2, yanyol sürücülerinin ortalama kabul aralığı α, ve kabul aralıklarının standart sapması σ 'dir. Bu bilgilerle programa girildikten sonra ilgili parametreler hesaplanmakta ve T

pik peryodunun başında simülasyona başlanmaktadır. Simülasyon peryodu olarak seçilen 0.1 saniyelik zaman ilerletme peryotlarının herbirinde sistem gözden geçirilmek suretiyle sistemde olup bitenler güncelleştirilmektedir. Bu şekilde T pik peryodunun sonuna gelindiğinde eğer yanyolda kuyruk yoksa simülasyon sona ermektedir. Eğer yanyolda hâlâ beklemekte olan taşıtlar varsa bunların da gecikmelerini hesaba katmak gerektiğinden simülasyona kuyruk sıfır oluncaya kadar devam edilmektedir. Ancak, bu sırada kuyruğa yeni eklenen yanyol taşıtları olursa bunlar dikkate alınmamakta, anayol akımının ise aynen devam ettiği kabul edilmektedir.

Anayol ya da yanyolda bir taşıt türetme zamanı geldiğinde ilgili olasılık dağılımından raslansal bir taşıt aralığı türetilmekte ve böylece bir taşıtın gelmekte olduğu varsayılmaktadır. Bu işlem yanyol akımı için yapılıyorsa yanyol taşıt hacmi ile birlikte kuyruk da bir arttırılmak süretiyle güncelleştirilmektedir.

Türetilen bir yanyol taşıtının gecikmesi ise iki şekilde olmaktadır:

i) Kuyruktaki gecikme; yanyol taşıtının türetildiği andan sırası gelipte anayola girmeye başladığı ana kadar geçen süredir.

ii) Servisteki gecikme; söz konusu taşıtın kavşağa girmeye başladığı andan arka kısmının yanyolu terkettiği ana kadar geçen süre.

Kavşak performansını zaman içinde izleyebilmek amacı ile, Ek.1'de görüldüğü gibi her 50 saniyde bir şu çıktı bilgileri yazdırılmıştır: Simülasyonun içinde bulunduğu an, bu ana kadar anayoldan geçmiş bulunan taşıt sayısı, bu ana kadar yanyoldan gelen taşıt sayısı, bu anda kuyrukta beklemekte olan taşıt sayısı ve bu ana kadar maruz

kalınan taşıt başına ortalama gecikme.

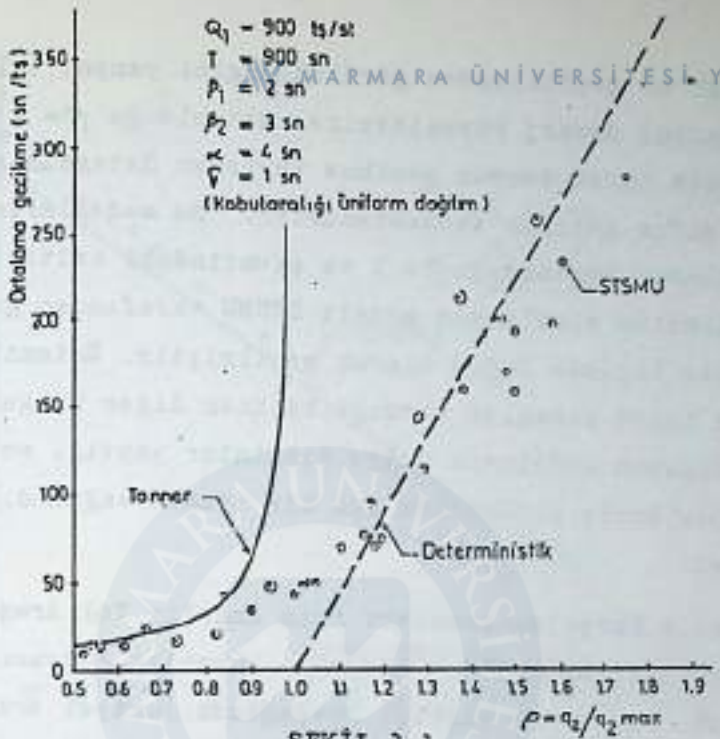
Geliştirilen simülasyon programının doğruluğunun test edilmesi; yani gerçek kavşak gözlemleri ile simülasyon çıktılarının karşılaştırılması ve aralarında önemli bir farkın olup olmadığının saptanabilmesi için İstanbul Kadıköy semtinde iki kavşak seçilmiştir: Birincisi Bağdat Caddesinden Maksim Gazinosuna ayrılan İskele Kavşağı, diğeri ise Dörtyol Kavşağından ayrılan Kuşdili Caddesi üzerindeki Vişne Kavşağıdır.

Seçilen bu kavşaklarda gözlemler; "Time-Lapse Cinematography" adı verilen gelişmiş bir yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bunun için söz konusu kavşaklarda, akşam pik saatlerinde ve farklı günlerde olmak üzere toplam 6 saat film çekilmiştir. Çekim işlemi Super-8 film kullanan Time - Lapse kamera ile ve bir saniyelik çekim aralıkları ile otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Çekilen her film karesi üzerine çekim anının saniyesine kadar kaydedildiği bu gözlemler Time-Lapse Data Analiz Projektöründe değerlendirilmiş ve STSKU programının testi için gerekli olan bilgiler hesaplanarak simülasyon çıktıları ile karşılaştırılmıştır.
Ek2'de bir örneği görülen bu karşılaştırmalar sonucunda gerçek kavşak gözlemleri ile simülasyon çıktıları arasında önemli bir farkın olmadığı; önerilen simülasyon modelinin gerçek kavşak sistemini doğru bir biçimde temsil ve taklit ettiği görülmüştür.

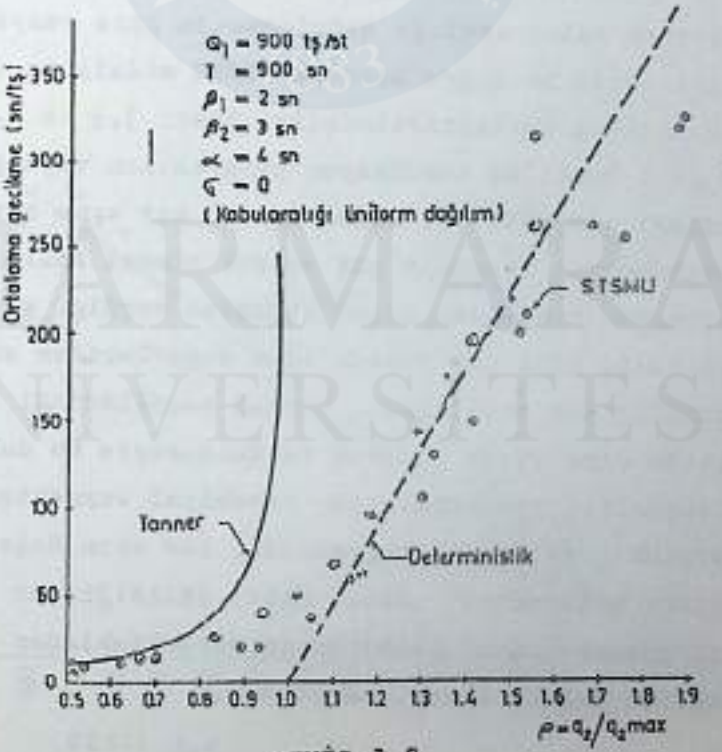
3. KARŞILAŞTIRMALAR

Talep/Kapasite oranının çeşitli değerlerine göre, geliştirilen simülasyon modelinin verdiği taşıt başına ortalama gecikme ile yukarıda sözü edilen probabilistik ve deterministik modellerin verdiği sonuçların karşılaştırılmalarına ilişkin iki örnek Şekil 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir. Simülasyon çıktılarının noktalı daireciklerle

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



ŞEKİL 3.1

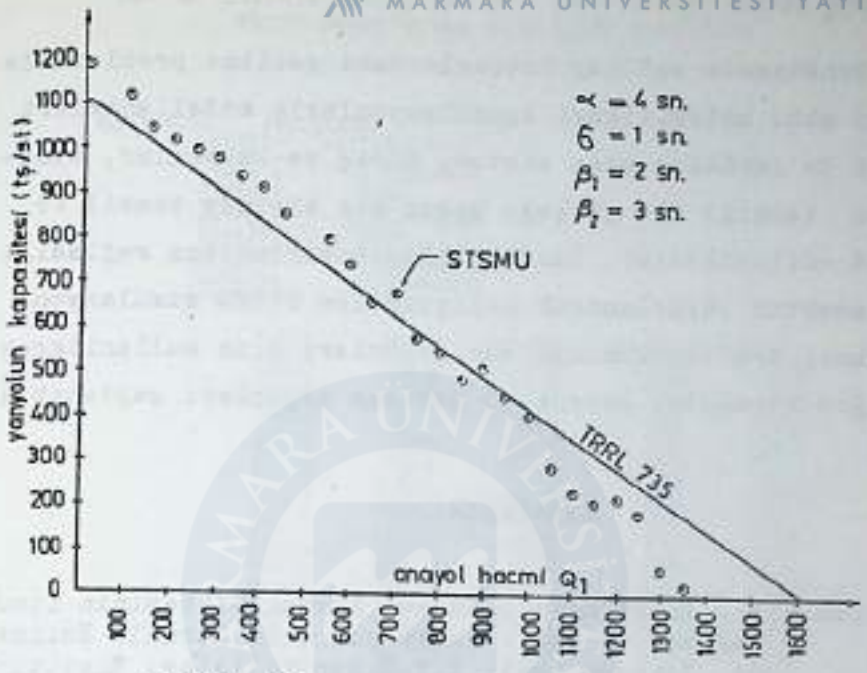


ŞEKİL 3.2

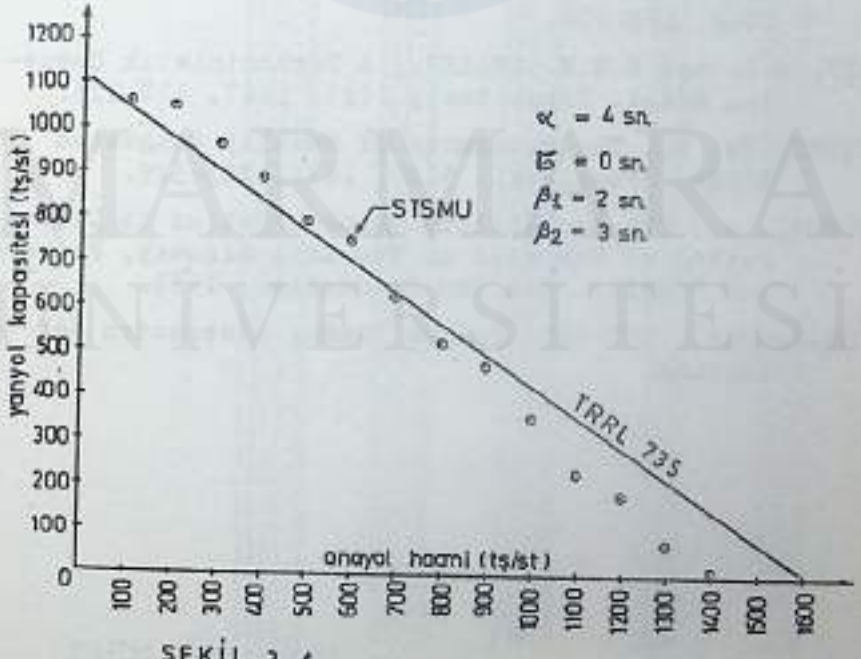
gösterildiği bu grafiklerden görüldüğü gibi yanyol talep akımının yanyol desarj kapasitesine eşit olduğu $\rho = 1$'de probabilistik model sonsuz gecikme verirken deterministik formüller sıfır gecikme vermektedirler. Bu modellerin doğru tahminler yapamadığı $\rho = 1$ ve civarındaki kritik bölge, geliştirilen simülasyon modeli STSMU tarafından gerçeğe uygun bir biçimde doğru olarak geçilmiştir. Matematik modellerin doğru sonuçlar verdiği bilinen diğer bölgelerde de simülasyon modelinin doğru tahminler yaptığı ve matematik modellerle aralarında iyi bir uyumun sağlandığı görülmektedir.

Kapasite karşılaştırmaları için İngiliz Yol Araştırma Laboratuvarının TRRL 735'te önerdiği kapasite doğrusu kullanılmıştır. Tipik bir kentiçi kavşağında, anayol trafik hızının saatte 65 km.den az olması halinde anayol trafik hacmi ve sürücü kabul aralığı ortalamasına göre yanyolun kapasitesini veren bu doğru üzerine STSMU modelinin verdiği kapasite sonuçları yerleştirilmiştir. Şekil 3.3 ve 3.4'den görüldüğü gibi önerilen simülasyon programının verdiği kapasite değerleri ile TRRL 735 arasında iyi bir uyum söz konusudur. Ancak anayol akımının çok yüksek olması halinde simülasyon programının biraz düşük kapasite verdiği görülmektedir. Bilindiği gibi çok yüksek akım değerlerinde sürücü kabul aralıklarının ortalaması, normal koşullardaki ortalamadan biraz daha küçük olmakta ve dolaysiyle bu durum, kavşağın kapasitesinin artmasına sebebiyet vermektedir. Oysa, önerilen simülasyon programında, her akım değerinde kabul aralığı ortalaması sabit kabul edildiğinden doğal olarak çok yüksek anayol akımlarında gerçektekinden daha düşük kapasite değeri hesaplanmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



ŞEKİL 3.3



ŞEKİL 3.4

4. SONUÇ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Denetimsiz eşdüzey kavşaklardaki gecikme probleminde olduğu gibi matematiksel formülasyonlarla modellenmeleri zor ya da imkânsız olan sistem, süreç ve kavramlar, simülasyon tekniği ile gerçeğe uygun bir biçimde temsil ve taklit edilebilirler. Günümüz bilgisayarlarının sağladığı bu olanaktan yararlanarak geliştirilen STSNU simülasyon programı; trafik akımının tüm değerleri için kullanılarak kavşağın kapasite, kuyruk ve gecikme değerleri saptanabilir

KAYNAKLAR

/1/ ÇELİK,F., Denetimsiz Eşdüzey Kavşak Sisteminin Simülasyonu ve Taşıt Gecikmelerinin Formüle Edilmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, 1987, İstanbul.

/2/ TANNER, J.C., A Theoretical Analysis of Delays at an Uncontrolled İntersection. Biometrika, 49(1,2), 1962, 163-170.

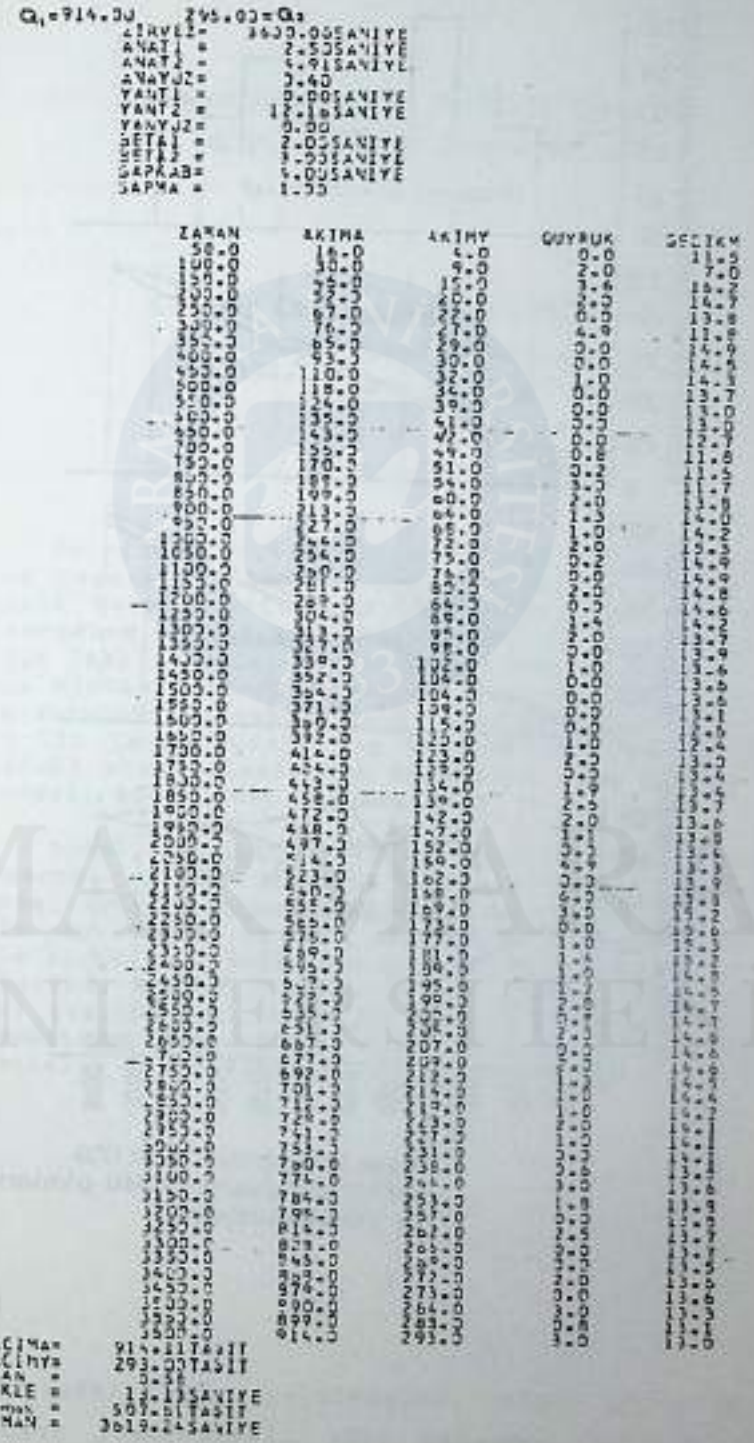
/3/ MAY, A.D. and H.E.M. KELLER., A Deterministik Queueing Model. Trans.Res., 1(2), 1967, 117-128.

/4/ NEUBERGER, H., The economics of Heavily Congested Roads. Trans.Res., 5(4), 1971, 283-329.

/5/ SCHUHL, A., The Probability Theory Applied to Distribution of Vehicles on Two-Lane Highway, Poisson and Traffic. The Eno Foundation, 1955.

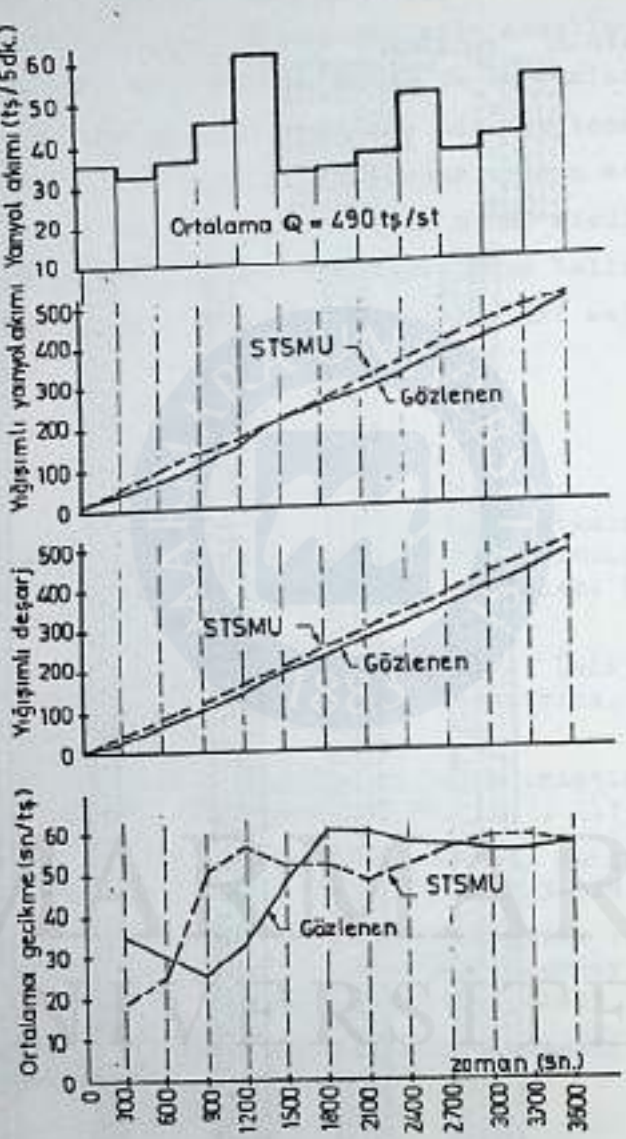
/6/ IBM-Manual., C20-8011 Random Number Generation And Testing.

EK. 1 İskele Kavşağında 18.4.1983 tarihli trafik akımı değerlerine göre STSMU çıktıları



EK. 2

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Vişne Kavşağında 28.4.1983 tarihli gözlemlerin STSMU çıktıları ile karşılaştırılması.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

BİNALARDA YAYA SİRKÜLASYONU VE BOŞALMA SÜRECİNİN BENZETİMİ

Dr.Gülen Çağdaş, Doç.Dr.Gülsün Sağlamer
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi

Bu bildiride, binalardaki yaya hareketlerinin analizini yaparak, binanın boşalma sürecini tahmin etmek ve binadaki darboğazları saptamak amacıyla kullanılabilecek bir benzetim modeli tanıtılmaktadır. Model, binaların topolojik özelliklerinin ve bina içindeki kullanıcı akımının temsil edilmesi amacıyla kullanılan ve mekanlarla, mekanlar arasındaki uzamsal ilişkileri düzlemsel ağlarla tanımlayan bir tanım modeli ile binadaki kullanıcı hareketini bu ağdaki akım işlemlerine dayanarak tahmin eden bir tahmin modeli bölümünden oluşmaktadır.

Model, tek katlı bir eğitim yapısında denenmiştir. Söz konusu eğitim yapısına ilişkin veriler geliştirilen kuramsal modele uygulanmıştır. Elde edilen sonuçları aynı eğitim yapısındaki öğrenci akım öüntüsü ve boşalma süreleri ile kıyaslayabilmek amacıyla, aynı eğitim yapısında video kaydedicisi ve kronometre ile gözlem ve tesbit çalışmaları yapılmıştır. Kuramsal modelin uygulanması ve alan çalışmasından elde edilen sonuçlar kıyaslanarak geliştirilen modelin geçerliliği saptanmıştır.

GİRİŞ

Bina içindeki yaya sirkülasyonu, binaya giriş ve binanın boşalması problemleri, büro binaları, eğitim yapıları,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

hastaneler gibi kullanıcı sayısı çok olan binalarda önem taşımaktadır. Bu binalarda yer alacak eylem alanlarının biçim, boyut ve organizasyonları, binanın kullanımı aşamasında kullanıcı hareketlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle, mimarların, tasarım sürecinde üretilen seçenek çözünleri kıyaslayabilmeleri ve tasarım kararlarının sonuçlarını önceden tahmin ederek en iyi çözüme ulaşabilmeleri için bazı yöntem ve modellere gereksinimleri vardır. Seçenek çözümlerin bazı performanslarının nesnel olarak değerlendirilmesinde, statik bir yapıya sahip olmaları nedeniyle biçimsel modeller yetersiz kalabilirler. Bu ölçümler ancak bina-kullanıcı sisteminin kullanım sürecindeki dinamik yapısını yansıtabilecek kavramsal modeller yardımıyla yapılabilir.

Mimari tasarım sürecinde, biçimsel modellerin yanında kavramsal modellerin de kullanılmaya başlaması bilgisayarların mimarlık alanında kullanıma sunulmasıyla etkinlik kazanmıştır.

Bina içindeki kullanıcı hareketlerinin analizini yaparak, bina ile kullanıcıları arasındaki etkileşimi bina inşa edilmeden önce tahmin edebilecek ve tasarımcıların karar vermesine yardımcı olabilecek kavramsal modellerin çoğu analitik bir yaklaşıma sahiptir[1],[2],[3]. Oysa bu tür modeller binaların kullanım aşamasında ortaya çıkan olasılı kullanım problemlerinde yetersiz kalırlar. Bildiride, binalardaki yaya hareketlerinin analizini yaparak binanın boşalma sürecini tahmin etmek, binadaki darboğazları saptamak ve tasarım aşamasında üretilen olasılı çözümlerin performanslarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen benzetim modeli tanıtılmaktadır.

GELİŞTİRİLEN BENZETİM MODELİ

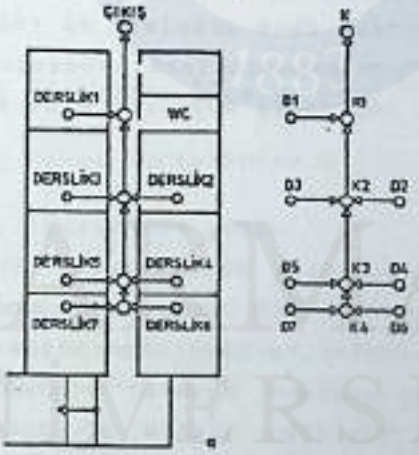
Model, binaların topolojik özelliklerinin ve bina içindeki kullanıcı akımının temsil edilmesi amacıyla kullanılan ve

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

mekanlarla, mekanlar arasındaki uzamsal ilişkileri düzlemsel ağlarla tanımlayan bir tanım modeli ile binadaki kullanıcı hareketini bu ağdaki akım işlemlerine dayanarak tahmin eden bir tahmin modeli bölümünden oluşmaktadır[4].

Tanım Modeli:

Ağ modelleri, binaların tasarlanması aşamasında, kullanıcıların olasılı hareket örüntülerinin incelenmesinde etkin olarak kullanılmaktadırlar. Bir binanın iki boyutlu fiziksel modelinden sirkülasyon sisteminin soyutlanmasıyla elde edilen ağ, binalardaki kullanıcı hareketlerinin analizinde kullanılacak modeli oluşturmaktadır (Şekil 1). Bu grafiklerde düğüm noktaları mekanları, bağlar mekanlar arasındaki ilişkileri oklar da akımın yönünü göstermektedir.



Şekil 1- Tek katlı bir eğitim yapısına ilişkin boşalma ağı modeli.

Söz konusu ağ modelleri aracılığıyla bina-kullanıcı sisteminin bilgisayara tanımını ve tahmin modeli için gerekli verilerin hazırlanmasını içeren tanım modeli iki bölümden oluşur.

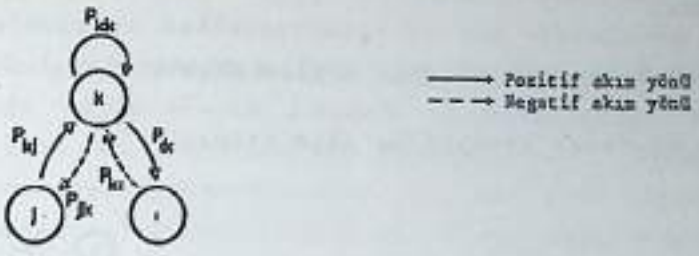
Pasif tanım modeli: Bu model, binayı ve içindeki kullanıcıları bilgisayara tanımlar. Kullanıcıların binadan çıkışları sırasında, içeriye kimsenin girmeyeceği kabul edilerek, bina ve binadaki her bir mekan kapalı birer ağla tanımlanmıştır. Bu ağların hücreler dizisinden oluştuğu kabul edilmiş ve hücreler bilgisayara modüler tanım tekniği ile tanımlanmıştır[5]. Hücrelerin geometrik boyutları ve kullanıcıların başlangıçta bu hücrelerdeki konumları bilgisayara dizilerle tanımlanmıştır. Kullanıcılar ise bilgisayarda, yatay düzlemdeki boyutlarına yakın birer elips ile temsil edilmişlerdir.

- Aktif tanım modeli: Pasif tanım modeliyle verilen bilgilere dayanarak algoritmalar yardımıyla tahmin modeli için gerekli bilgileri oluşturan iki alt programdan oluşmaktadır. Bu alt programlar aracılığıyla binayı ve mekanları tanımlayan ağları oluşturan hücre dizileri kodlanır; hüceler arasındaki akım oranları ve yönü, hücrelerin mevcut ve maksimum kapasiteleri, komşuluk ilişkileri ve hücrelerarası bağ geçiş süreleri elde edilir.

Tahmin Modeli:

Bu model ile, binadaki kullanıcı hareketleri, binayı ve sirkülasyon sistemini temsil eden statik ağ modelinden hücrelerarası bağ geçiş sürelerine göre elde edilen dinamik ağ modelindeki hücrelerarası akımlar olarak analiz edilmektedir. Başka bir deyişle, statik ağ modelindeki hücrelerin herbirinin aralarındaki bağ geçiş süresine eşit sayıda alt hücreden oluştuğu ve bu alt hücreler arasındaki akımların periyot olarak adlandırılan bir zaman aralığında gerçekleştiği kabul edilmektedir. Bir hücre için olasılı üç hareket söz konusu olabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 2- Hücrelerarası olasılı akım örüntüsü.

- Hücreye giren öğrenci akımı: O hücrede bekleyen kullanıcı sayısı ile söz konusu hücreye komşu olan hücreden o zaman aralığı içerisinde gelen kullanıcı sayısının toplamına eşittir.

$$I_k = P_{kj} + P_{kk}$$

Burada;

I_k = k hücresine ilişkin toplam akım girdisi

P_{kj} = j komşu hücresinden k hücresine olan akım girdisi

P_{kk} = k hücresinde geçiş için bekleyen kullanıcılar.

k hücresine akım verebilecek birden fazla komşu hücre olması durumunda (Şekil 3), yukarıdaki eşitlik şöyle yazılabilir:

$$I_k = \sum_{j=1}^{j} P_{kj} + P_{kk}$$

Hücreden çıkan öğrenci akımı: Bir zaman aralığı içerisinde k hücresindeki toplam akım çıktısı,

$$O_k = \min (I_k, F_k)$$

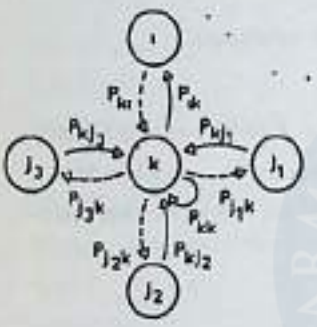
eşitliğine göre bulunur.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

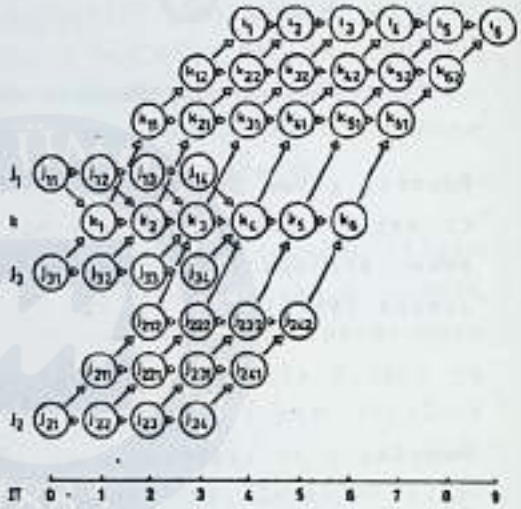
Burada;

O_k = k hücresine ilişkin toplam akım çıktısı

F_k = hücreler arasındaki akım oranı.



Şekil 3- Birden fazla komşu hücre olması durumunda olasılı akım örüntüsü.



Şekil 4- Hücrelerarası akım oranı ve bağ geçiş süresine göre olasılı akım örüntüsü (Hücrelerarası dinamik ağ akım modeli)

- Hücrede bekleyen öğrenci sayısı: Hücreye ilişkin kuyruk boyutunu verir.

$$P_{kk} = I_k - F_k$$

Burada;

P_{kk} = k hücresinde bekleyen öğrenci sayısıdır.

$F_k > I_k$ olması, hücrede bekleyen kullanıcı olmadığını gösterir. Hücredeki toplam akım girdisinin akım oranından büyük olması durumunda ($I_k > F_k$) hücrenin tamamen bo-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

çalabileceği periyot sayısı T ise T+1 adet alt hücreye sahip olduğu ve kullanıcıların bu alt hücrelerde beklediği kabul edilmektedir (Şekil 4). Geliştirilen benzetim modelinde öğrencilerin dinamik ağ modelindeki olasılı hareketleri bu temel kurama dayanmaktadır. Model, ilk periyotdan başlayarak binanın çıkış kapısını temsil eden düğüm noktası başlangıç olmak üzere tüm düğüm noktalarını ve bunları oluşturan hücreler arasındaki olasılı akım örüntüsünü inceleyen algoritmalar yardımıyla boşalma sürecinin benzetimini yapmaktadır.

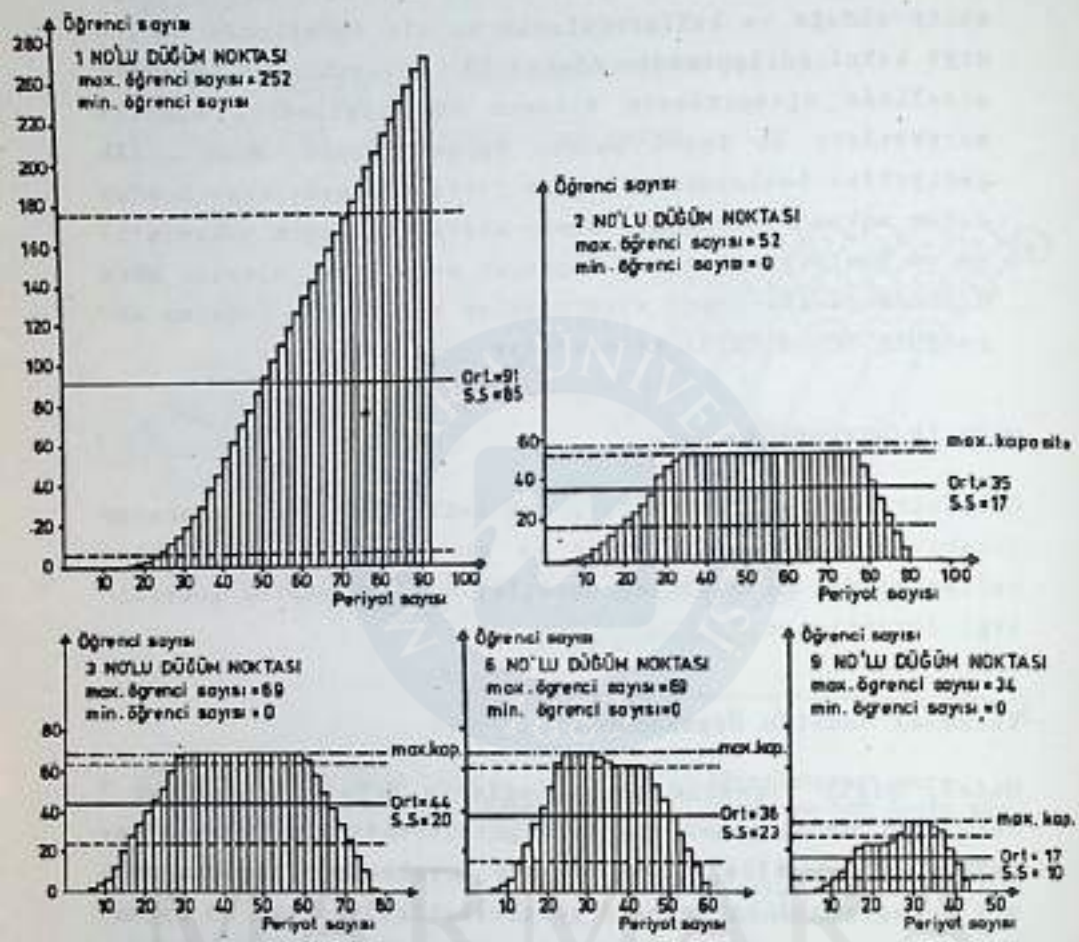
MODELİN DENENMESİ

Geliştirilen kuramsal model, tek katlı bir eğitim yapısına ilişkin verilere uygulanmış ve aynı okulda yapılan alan çalışmasından elde edilen sonuçlarla kıyaslanarak geçerliliği denenmiştir.

Kuramsal Modelin Uygulanması:

Model, Şişli ilçesine bağlı Çağlayan Zuhal İlkokulunun 7 derslikli ek binasına uygulanmıştır (Şekil 1). Modelin uygulanması ile elde edilen okulun boşalmasına ilişkin tahmin sonuçları dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalarda sıra ile okul çıkış kapısına en yakın dersliktен başlamak üzere bir, üç, beş ve yedi dersliktеki öğrencilerin okulu boşaltmalarına ilişkin tahmin sonuçları elde edilmiştir. Böylece farklı yoğunluk oranları için, boşalma sürecinde koridor düğün noktalarındaki durumu izlemek amacıyla sonuçlar histogramlar haline getirilmiştir. Ayrıca, boşalma sürecinde düğün noktalarındaki min. ve max. öğrenci sayıları belirtilmiş, düğüm noktalarının max. öğrenci kapasiteleri ile süreç boyunca her bir düğün noktasındaki ortalama öğrenci sayısı ve standart sapmalar histogramlar üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5). Karşılıklı iki derslik kapısının açıldığı koridor düğüm noktalarında mevcut kapasite hızla max. kapasiteye erişmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

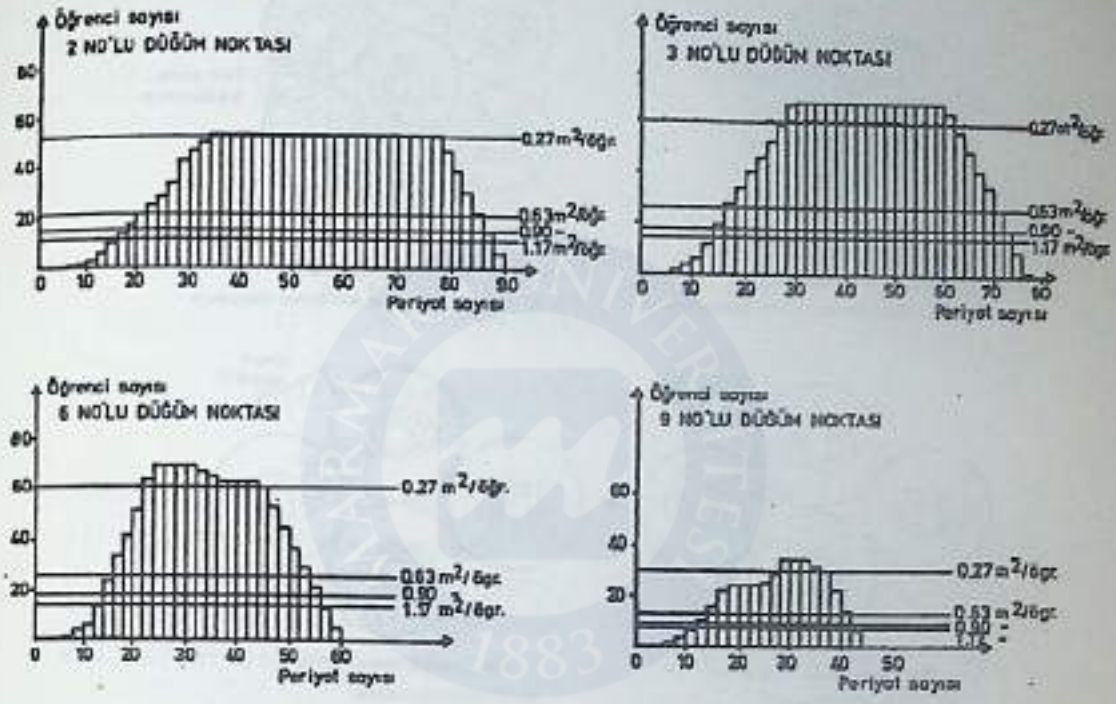


Şekil 5- Boşalma sürecinde periyotlara göre koridor düğüm noktalarındaki öğrenci sayıları.

Şekil 6 ise koridor düğüm noktalarındski öğrenci sayısını, öğrenci başına alan (m^2/öğr.) açısından değerlendirme olanağı vermektedir.

Öğrencilerin yürüme serbestisine sahip oldukları yoğunluk oranları (Şekil 7) sürecin başında ve sonunda mümkün olmakta, boşalma sürecinin orta periyotlarında ise bu oran

min. yürüme yoğunluğu olan 0.27 m^2/öğr. değerine düşmektedir.

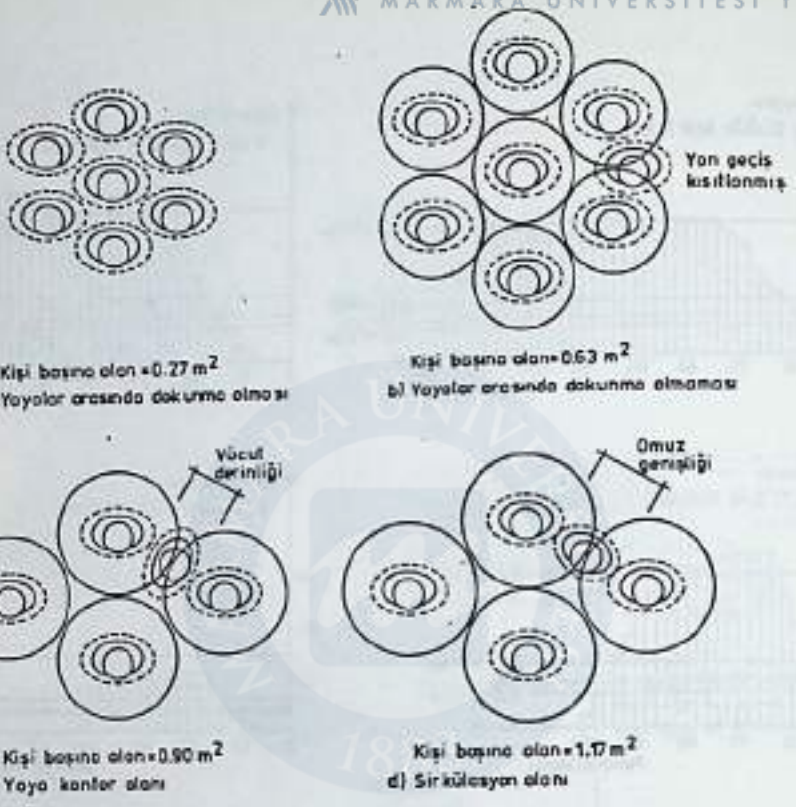


Şekil 6- Boşalma sürecinde koridor düğüm noktalarındaki yoğunluk oranları.

Alan Çalışması:

Kuramsal model ile elde edilen sonuçları modelin uygulandığı okulun boşalma sürecindeki öğrenci akım örüntüsü ile kıyaslayabilmek ve öğrencilere ilişkin akım oranı, yürüme hızı v.b. verileri sağlamak amacıyla aynı okulda video kaydedicisi ve kronometre ile 10 öğretim günlük gözlem ve tesbit çalışmaları yapılmıştır. Bu gözlemlerde öğrencilerin omuzlarına kuramsal model kapsamında geliştirilen ve dersliklerdeki öğrenci konumlarına göre belirlenen öğrenci kod numaraları takılmıştır. İlk beş gün ara teneffüslerde

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

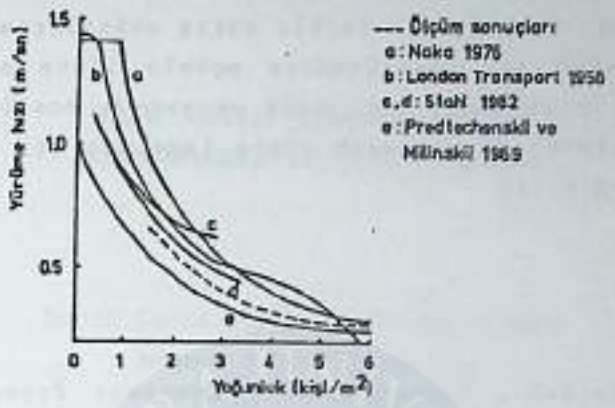


Şekil 7- Yoğunluk-yürüme ilişkileri[6].

öğrencilerin dersliklerden koridora çıkışları son teneffüsde de tüm okulu boşaltmaları tesbit edilmiştir. Son beş gün ise kuramsal modelin uygulanmasında olduğu gibi öğrencilerin okulu aşamalı olarak boşaltmaları sağlanmış ve ölçümler yapılmıştır.

Ölçümlerden elde edilen yoğunluğa bağlı olarak yürüme hızının değişimi literatürdeki bazı sonuçlarla kıyaslanmıştır (Şekil 8).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 8- Yoğunluk/yürüme hızı ilişkisi[7].

Yoğunluk azaldıkça, yürüme hızının Predtechenski ve Milinski'nin bulduğu sonuçlardan giderek farklılaşması, söz konusu sonuçların büyük insanlara ait olmasına ve ölçümlerin yapıldığı öğrencilerin düşük yoğunluk oranlarında normal yürüme yerine koşmaya başlamalarına bağlıdır.

Aşamalı ölçüm sonuçlarından elde edilen farklı yoğunluk oranları için farklı yürüme hızlarına bağlı olarak kuramsal modeldeki bir periyotluk süre saptanmış ve yoğunlukla birlikte bu sürenin ve okulun toplam boşalma süresinin arttığı izlenmiştir.

SONUÇ

Geliştirilen benzetim modeli yardımıyla, tasarım sürecinde bir eğitim yapısındaki öğrenci hareketleri analiz edilebilmekte, sirkülasyon sistemindeki darboğazlar saptanabilmekte ve seçenek çözümlerin performansları kıyaslanarak birden fazla çözümün sirkülasyon sisteminin davranışını analiz etme olanağı doğmaktadır. Model ile tek katlı yapılarda, kullanıcıların tek yönlü akımı incelenebilmektedir.

Merdivenlerdeki akım örüntüsünün incelenerek, benzetim modelinin çok katlı yapılara uygulanması sağlanabilir. Kullanıcıların, bina içinde farklı varış noktalarına ulaşımını sağlayacak bir algoritmanın modele ilave edilmesiyle çok katlı yapılardaki çok yönlü akımın ve boşalma sürecinin benzetimini yapabilecek geniş kapsamlı bir model elde edilmiş olacaktır

KAYNAKLAR

(1) Francis,R.L., Saunders,P.B., Evacnet: Prototype Network Optimization Models for Building Evacuation, report, Washington, National Bureau of Standards, 1979.

(2) Smith,J.Mac G., Towsley,D., The Use of Queuing Networks in the Evaluation of Egress from Buildings, Environment and Planning B, Vol.8, No.2, 1981.

(3) Smith,J.Mac G., Queuing Networks and Facility Planning, Building and Environment, Vol.177, No.1, 1982.

(4) Çağdaş,G., Binalarda Boşalma Sürecinin Analizi ve Benzetimi, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 1986.

(5) Sağlamer,G., Minari Tasarımda Çözümün Tanımı ve Nesnel Olarak Değerlendirilmesi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, 1982.

(6) Laing.L.W.W., Computer Aided Architectural Design Simulation by Computer of the Flow of People Through a Variety of Building Types, Ph.D. Thesis, University of Strathclyde, 1982.

(7) Stahl,F.I., BFIRES-II: A Behavior Based Computer Simulation of Emergency Egress During Fires, Fire Technology, Vol.18, No.1, February 1982, p.63.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

HAFİF METRO İSTASYONLARINDA İNSAN HAREKETLERİNİN BENZETİMİ

Doç.Dr.Gülsün Sağlamer, Dr.Gülen Çağdaş
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi

Bugünlerde İstanbul Belediyesi'nin en önemli yatırımlarından biri olan Hafif Metro, büyük bir hızla projelendirilmekte ve bir yandan da uygulamalar sürmektedir. Metro güzergahındaki istasyonlara ait yer ve tip kararları kesinleşmiş bulunmakla birlikte, tip projelerle ilgili çalışmalar henüz sürmektedir. Bu bildiride İstanbul Belediyesi Hafif Metro İstasyonlarından yeraltı ve yerüstü istasyon tipleri ele alınarak mevcut avan projelere göre insan hareketlerinin benzetimi yapılmakta ve buna bağlı olarak maksimum kapasitenin belirlenmesine çalışılmaktadır. Güzergaha ait yolcu akımının tahmininde karşılaşılan güçlükler projelerin değerlendirilmesinde kapasite tayini problemini gündeme getirmektedir. Geliştirilen benzetim modeli ile yatay ve düşeydeki yaya hareketlerinin analizi yapılarak istasyon binalarındaki yaya akışının düzenlenmesine ilişkin öneriler ortaya konulmaktadır.

GİRİŞ

Günümüzde kentleşmenin getirdiği toplu taşın gereksinimlerini karşılamak amacıyla kullanılan araçların başında kuşkusuz raylı sistemler gelmektedir. Hernekadar ülkemizde İstanbul'da gerçekleştirilen Beyoğlu-Karaköy raylı sistemi dünyadaki ilk uygulanalardan biri ise de, bugüne kadar

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

metro tanımına uyan başka bir uygulamaya ülkemizde rastlanmamaktadır.

1986-1987 yılında projelendirilmesi ve yapımı İstanbul Anakent Belediyesi tarafından başlatılan Hafif Metro boyut itibariyle ülkemizeki ilk gerçek metro girişimi olarak nitelendirilebilir. Toplu taşın sistemlerinin planlanması çok yönlü ve çok boyutlu ve faklı ölçeklerde incelenen problemleri gündeme getirmektedir. Sistemin kent ölçeğinde planlanmasında sistemin, kent içi ve dışı ulaşımı ile olan ilişkileri kent ve bölge ölçeğinde incelenirken kullanıcıların sisteme giriş-çıkış noktalarını oluşturan istasyonlar kent ve bina ölçeğinde ele alınmaktadır. Tasarım aşamasında alınan kararların denenmesi, diğer bir deyişle öneri projenin değerlendirilmesi, yapımdan sonra ortaya çıkabilecek problemlerin en aza indirilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu bildiride metro istasyonlarının değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmekte olan bir benzetim modeli tanıtılmaktadır.

METRO İSTASYONLARINDA YAYA HAREKETLERİ

İstanbul Hafif Metro projesinde istasyon tip projeleri yeraltı ve yerüstü olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Özellikleri nedeniyle tip proje uygulanması olanaksız olan Aksaray Otogar gibi istasyonlarda ihtiyaca uygun özel projeler geliştirilmektedir. Geliştirilmekte olan model henüz tip projelere uygulama aşamasında bulunmaktadır. Bu nedenle bu bölümde tip istasyon binalarındaki organizasyona bağlı yaya hareketleri ele alınacaktır.

Yeraltı ve yerüstü istasyonlarında yaya hareketlerini içeren sirkülasyon sistemi beş ana elemandan oluşmaktadır:

- İstasyona giriş-çıkış merdivenleri ve geçitler
- Giriş-çıkış ve bilet holü
- Bilet kontrol

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- Peron kotuna ulaşımı sağlayan merdivenler
- Peron.

Yeraltı istasyonlarında bu beş elemana bir altıncı eleman, acil çıkış merdivenleri eklenmektedir. Yaya hareketlerinin karakteristiklerinin farklılaşması nedeniyle bu sirkülasyon elemanlarının ayrı ayrı gruplandırılarak incelenmesi gerekmektedir. Örneğin merdivenlerdeki yaya hareketlerinin özellikleri ile hollerde ve peronlardaki yaya hareketlerinin özellikleri yatayda ve düşeyde hareketi sağlamaları nedeniyle doğal olarak farklılaşmaktadır.

Merdivenlerdeki Yaya Karakteristikleri

Merdivenlerdeki yaya hareketlerinin incelenmesinde iki farklı yaklaşım izlenebilmektedir.

Birinci yaklaşımda merdivenlerdeki akım oranı, iniş ve çıkış durumları ve yoğunluk değişimlerine bağlı olarak farklılaşmaktadır. Yaklaşık 2 kişi/m^2 yoğunluk alındığında hız 0.5 m/sn ve akım oranı da kullanılabilir merdiven genişliği için 1.18 kişi/m/sn olarak alınabilir[1]. Burada kullanılabilir merdiven genişliği tanımı ölçülen merdiven genişliğinden 0.30 m küçük olan genişlik olarak alınmaktadır[2].

İkinci yaklaşımda kullanılabilir merdiven genişliği, merdivenden geçen yaya sayısı, bu yayaların merdivenden geçiş süresi arasındaki bağıntıdan yararlanılmaktadır. Deneysel çalışmalara dayanan bu bağıntı Pauls tarafından ortaya konulmuştur[3].

$$W = \frac{8040 * P}{T^{1.37}} \qquad (1)$$

$$P = \frac{W * T^{1.37}}{8040} \qquad (2)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu bağıntılarda;

W : Kullanılabilen merdiven genişliği (mm)

P : Merdivenden geçen insan sayısı

T : Boşalma süresi (sn) olarak verilmektedir.

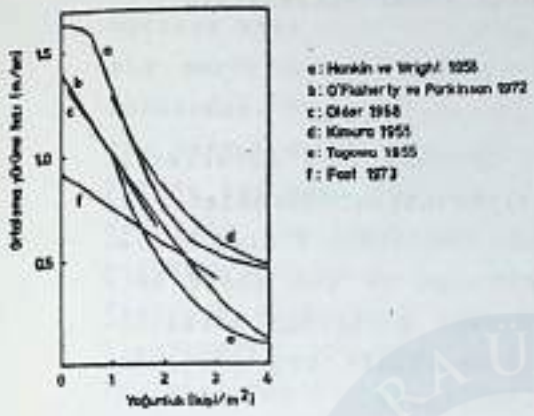
Bu yaklaşımlarla merdiven genişliği ve boşalma süresi verilirse bu sürede merdivenden geçebilecek maksimum yaya sayısı hesaplanabilmektedir. Her iki yaklaşıma göre yapılan kapasite tahminleri farklılaşmaktadır. Birinci yaklaşımda merdivenin kesinlikle yönlendirilmiş olması durumunda kapasite diğerine göre yüksek sonuçlar vermektedir. Gerçekte mekanik merdiven kullanılmadığı durumlarda merdivenlerde kesin yönlendirmenin olanaksızlığı nedeniyle daha muhafazakâr olan ikinci yaklaşımın uygulanması gerekmektedir. Bilindiği gibi İstanbul Hafif Metro tip istasyon projelerinde mekanik merdivene yer verilmemektedir. Bu nedenle mekanik merdivenlerle ilgili özellikler bu bildiri kapsamı dışında bırakılmıştır.

Geçitler, Holler ve Peronlardaki Yaya Karakteristikleri

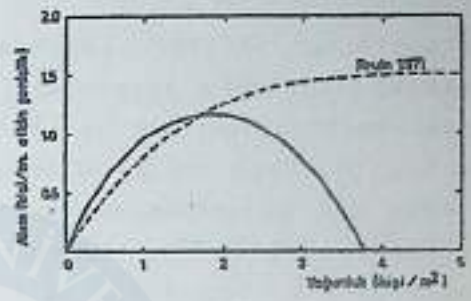
Bu sirkülasyon elemanlarındaki yaya karakteristikleri yataydaki yaya hareketlerine bağlı olarak ortaya konulmaktadır. İstasyona giren-çıkan yolcuların aynı holleri, trene binen-inen yolcuların ise aynı peronları paylaşması nedeniyle bu sirkülasyon elemanlarında iki yönlü akımın söz konusu olacağı açıktır. Yataydaki yaya hareketleri yoğunluğa ve tek yönlü-çok yönlü olma durumuna göre farklılaşmaktadır. Akımın tek yönlü olması durumunda yoğunluk ve hız arasındaki bağıntılar Şekil 1'de(4) ve akım oranı ile yoğunluk ilişkisi Şekil 2'de(5) gösterilmektedir(6).

Akımın tek yönlü olması durumunda 0.5 kişi/m^2 yoğunlukta maksimum yürüme hızı 1.5 m/sn olarak alınabilir. Yoğunluğun artması durumunda hız-yoğunluk ilişkisinden yararla-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Şekil 1. Yoğunluk-hız ilişkisi



Şekil 2. Akım/yoğunluk ilişkisi

nılması gerekir. Akımın çok yönlü olması durumunda 1.5 m/sn hız olabilmesi için yoğunluğun 0.3 kişi/m^2 değerini aşmaması gerekir. Bu yoğunluğun aşıldığı durumlarda hızın 0.9 m/sn - 0.6 m/sn arasında değerler aldığı kabul edilmektedir[7].

Bilet Kontrolunda Yaya Karakteristikleri

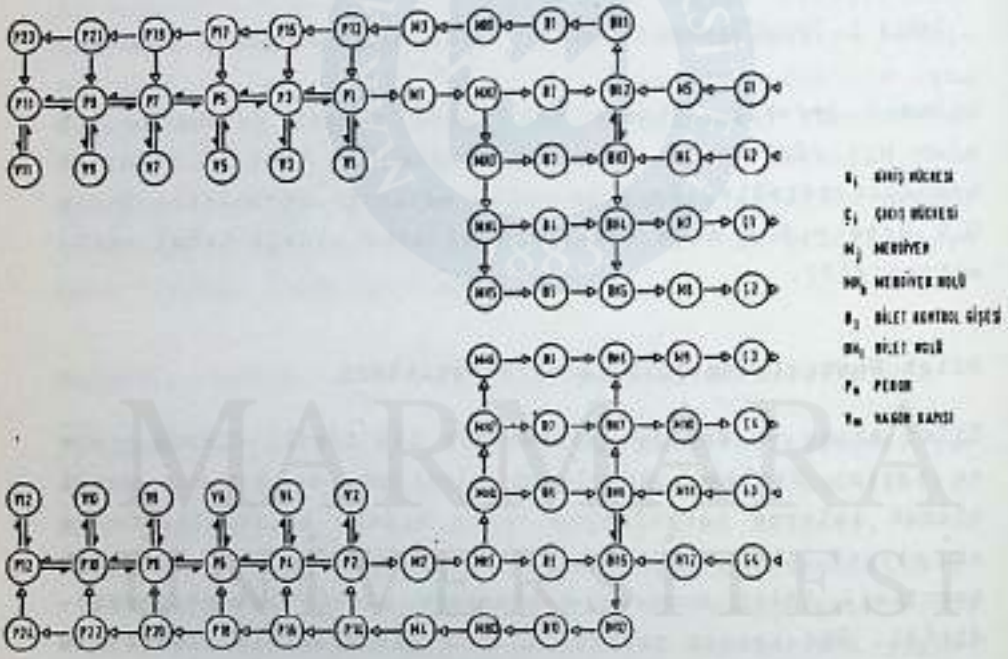
Bilet satış ve kontrol sistemleri ile ilgili olarak proje ve yapımı üstlenen kuruluşun raporunda bu konunun genel olarak işletme kararlarına bağlı olduğu belirtilmekte ve en yaygın yöntemin bilet satış otomatları ile otomatik turnikeli bilet kontrol makinaları olduğu kaydedilmektedir[8]. Söz konusu raporda 0.80 m genişlikteki elektronik kontrollu kapılarda 1 dakikada 45 yolcu geçebileceği (1.33 kişi/sn) varsayılmaktadır. İstanbul hafif metrosunda abonmanlı geçişlerin % 20-25'e varacağı, dolayısıyla elektronik kontrollu kapıları ancak bu yolcuların kullanacağı, geri kalan yolcuların ise özel geçitlerden yararlanacağı ve bu geçitlerde de 1 dakikada 17 yolcu geçeceği varsayılmaktadır (3.5 saniyede 1 yolcu). Henüz bilet satış kontrol sistemlerine karar verilmediğinden özel geçitler durumu

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

geliştirilen model için esas olarak kabul edilmiştir.

GELİŞTİRİLEN MODEL

Geliştirilen modelde bir önceki bölümde yaya karakteristikleri incelenen yatay-düşey sirkülasyon elemanları ile bilet kontrol noktalarının belirli özellikleri olan hücrelerden oluştuğu ve bu hücrelerin tek ve çok yönlü akım içeren bir ağ-şebeke-network meydana getirdiği varsayılmaktadır. Şekil 3'de yeraltı istasyonları tip projesine bağlı olarak oluşturulan ağ görülmektedir.



Şekil 3. Yeraltı istasyonları tip projesi sirkülasyon ağı

Bu ağdaki yaya hareketlerinin benzetimini yönlendiren kuralları sirkülasyon elemanı tiplerine bağlı olarak şöyle sıralayabiliriz:

o Peron Hücreleri: Peron hücreleri üç gruba ayrılmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Trenin çıkış kapısına komşu olan hücrelerde trenden bu hücreye akım veya bu hücreden trene akım ile perona ulaşım merdiveni yönündeki hücrelere akım veya tersi söz konusudur. Diğer hücrelerde ise trenden iniş söz konusu ise perona ulaşan merdiven yönünde akım, trene biniş söz konusu ise aksi yönde bir kapı hücresine ulaşıncaya kadar akım söz konusudur. Perondan bilet kontrole ulaşan merdiven hücrelerine komşu olan peron hücreleri ise merdivenler yönlendirildiği için tek yönlü akıma göre çalışmaktadır. Benzetim sırasında sürekli yoğunluk kontrolu yapılarak hız ayarlanmaktadır.

- Perondan Bilet Kontrol kotuna ulaşan Merdiven Hücreleri: Bu hücreler iniş ve çıkış olmak üzere ikiye ayrılmış durumdadır. Merdivenler ortadan bölünerek iniş ve çıkışa kuramsal olarak tahsis edilmiş olmakla birlikte çift yönlü akımın da olabileceği düşüncesiyle merdiven kapasitelerinin saptanmasında ikinci yaklaşımdan yararlanılmıştır. Benzetim sürecinde merdiven hücrelerindeki yoğunluklar sürekli kontrol edilerek hız dengelenmektedir.

- Bilet Kontrol Hücreleri: Bilet kontrol hücrelerinin kapasitelerinin bir kişi olduğu ve 3 saniyede 1 yolcu geçtiği kabul edilmektedir. Giriş ve çıkış hücreleri farklılaştırılmış olduğundan her birinde tek yönlü akım söz konusudur.

- Giriş-Çıkış-Bilet Holü Hücreleri: Bu hücrelerde de peron hücrelerinde olduğu gibi çok yönlü akım koşulları geçerli olmaktadır. Bilet kontrol ve bilet holüne ulaşan merdiven hücreleri yönlendirilmiş olduğu için bunlara komşu olan bilet holü hücrelerinde tek yönlü akım söz konusudur. Bu hücrelerde de sürekli yoğunluk kontrolu ile hız ayarlanmaktadır.

- İstasyonlara Giriş-Çıkış Merdiven Hücreleri: Bu merdivenler de ortadan ikiye bölünüp yönlendirilmiş oldukla-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

rından hücrelerde tek yönlü akım koşulları geçerli olmaktadır.

Sistemin tıkanmadan çalışabilmesi için bütün elemanlardaki akım oranlarının eşit veya akım yönünde artan biçimde düzenlenmesi gerekir. Örneğin trenden inme durumunda perondan merdivene ulaşanların kuyruk oluşturmaması için merdiven kapasitesinin yeterli olması, bilet kontrolden önce yığılma olmaması için bilet kontrol kapasitesinin merdivenden gelen akımı karşılayacak kapasitede olması ve istasyon çıkışına ulaşmak için de bilet holünde kuyruk olmaması için çıkış merdiven kapasitesinin yeterli olması gerekir. Bu kapasiteler arasındaki uyumsuzluk bu hücreler önünde ve arkasındaki hücrelerde yığılmaya, dolayısıyla yoğunluk artışına, hız azalmasına ve kuyruk oluşmasına neden olacaktır.

Ortaya konulan algoritmaya bağlı olarak geliştirilen bilgisayar programı FORTRAN 77 dilinde kodlanmıştır. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Bilgi İşlem Merkezindeki EPSON PC bilgisayarında uygulamalar yapılmıştır.

MODELİN KULLANMA ALANLARI

Model, belirli bir yolcu kapasitesine göre önerilen istasyon projesinin değerlendirilmesinde kullanılmak amacıyla geliştirilmektedir. Bu değerlendirme sürecinde darboğazlar, kuyrukların oluşmasına neden olan noktalarla birlikte trenden iniş ile istasyonu terkediş arasındaki süreyi veya istasyona giriş ile trene biniş arasındaki süreyi hesaplamakta kullanılabilmektedir. Böylece belirli bir süre içinde trene binme veya inme ölçütünün kullanıldığı durumlarda da değerlendirme yapılabilmektedir. Model henüz geliştirilme aşamasında bulunduğundan tip projelere uygulanabilmektedir. Aksaray veya Otogar istasyonları gibi çok yönlü giriş-çıkış durumlarını içeren projelere uygulanabilecek şekilde genelleştirilmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

REFERANSLAR

(1) Pauls,J., "Building Evacuation: Research Findings and Recommendations", Ed. Canter,D., "Fires and Human Behaviour", John Wiley, 1980, pp.251-276.

(2) Melinek,S.J., Booth,S., "An Analysis of Evacuation Times and the Movement of Crowds in Buildings", Building Research Establishment CP 96/75, Watford, 1975.

(3) Pauls,J., "The Movement of People in Buildings and Design Solutions for Means of Egress", Fire Technology February 1984, pp.27-47.

(4) Tregenza,P.R., "The Design of Interior Circulation, People and Buildings", London, Granada Publ. Ltd., 1976, p.92.

(5) Pauls,J., "Effective-Width Model for Evacuation Flow in Buildings", Proceedings of Engineering Applications of Fire Technology Workshop, April 16-18, 1980, Ed. Harold,E., Nelson,P.E., pp.215-232.

(6) Çağdaş,G., "Binalarda Boşalma Sürecinin Analizi ve Benzetimi", Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1986.

(7) Tregenza,P.R., "Movement of People in Buildings: Some Recent Studies", Architectural Science Review, Vol.21, no 1-2, 1978, pp.44-47.

(8) Anon, "Hafif Metro/LRTS I. Aşama İstasyonları", Yapı Merkezi, İstanbul 1986.

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BOĞAZ KÖPRÜSÜ GİŞELERİNDE KUYRUKLANMA

Doç.Dr. Ergun GEDİZLİOĞLU

Yıldız Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı
Beşiktaş - İstanbul

ÖZET

İstanbul Boğaz Köprüsünde akşam zirve saatlerinde, gişeler önünde oluşan kuyruklar köprüye doğru uzamaktadır. Bu kuyrukların köprü üstüne kadar uzaması, gişelerin ve köprünün verimli çalışmasını engelleyecektir. Nitekim bu olasılık göz önünde tutularak gişelere ekler yapılmıştır. Bu bildiride, köprü gişelerinin sayısı artırılmadan önce köprüde ve gişelerde yapılan gözlemlerden elde edilen, ayrıca bilgisayar kayıtlarından çıkarılan, kuyruklanma ve gişelerden hizmet alma verileri kuyruk kuramı kullanılarak değerlendirilmiştir. Gözlemlenen kuyruklanma ile çeşitli kuramsal bağıntılardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

1. GİRİŞ

İstanbul Boğaz köprüsünün fizibilite çalışmasında, köprüden geçmek isteyecek taşıt sayısının kapasiteye 90'lı yıllarda ulaşacağı ve köprünün tıkanmaya başlayacağı tahmin ediliyordu. Buna karşılık bilindiği gibi, Boğaz köprüsü ve çevre yolu 70'li yılların sonu ile 80'li yılların başında tıkanmaya başlamıştır. Köprüdeki bu tıkanmaya, köprüden çıkışta Anadolu yakasında olan ücret ödeme gişeleri önünde oluşan, kuyrukların köprünün üstüne kadar uzaması neden olarak düşünülegelmiştir. Nitekim bu görüşün

ağır basmasıyla ücret ödeme gişelerinden en sağdaki iptal edilerek elde edilen bir şeritin ucuna ve biraz daha ileriye ek gişeler yapılmıştır.

Bu ek gişelerin inşaa edilmesinden önce yapılan bir tez çalışması ile ücret ödeme gişelerinin önünde oluşan kuyrukların köprünün tıkanmasına etkisi olup olmadığı araştırılmıştır [5]. Bu araştırmada elde edilen bilgi ve veriler, bunları kullanarak kuyruk kuramı ile gişeler önünde kuyruklanma özelliklerinin tahmini ve gözlenlerle karşılaştırılması bu bildirinin konusunu oluşturmaktadır. Bundan önce de kuyruk kuramının kullanılmasında trafik akımının, taşıt aralıklarının ve gişelerden geçerken harcadıkları sürelerin temsil edilmesinde kullanılacak modeller kısaca özetlenecektir.

2. TRAFİK AKIMI

2.1. TRAFİK AKIMININ RASTGELELİĞİ

Taşıtların birbirlerinden bağımsız biçimde akabildikleri yollarda taşıtların bir kesitten geçişlerinin rastgele olduğu ve taşıt gelişlerinin, tüm rastgele varışların temsilinde olduğu gibi, Poisson Dağılımı ile temsil edilebileceği araştırmacıların hemen hepsi tarafından kabul edilmektedir. Bunun sonucu olarak da bu taşıtların birbirlerini izleme aralıkları da zaman cinsinden ölçüldüğünde, Negatif üssel Dağılımla temsil edilebileceği kabul edilmiş olmaktadır.

Trafik yoğunluğunun artmasıyla taşıtların birbirlerinden bağımsız davranmaları zorlaşmakla birlikte, trafik durmadan akabiliyorsa taşıt gelişlerinin Poisson dağılımı ile temsil edilmesi yine de uygun görülmektedir. Trafik akımında taşıt gelişlerini temsil etmek için kullanılan Poisson Dağılımının ifadesi aşağıdaki biçimde yazılmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$$(1) \qquad P(x) = \frac{(q.t)^x . \exp(-q.t)}{x!}$$

Burada;

q: taşıt gelişlerini tahmin edeceğimiz trafik akımının ortalama hacmi (birim zamanda gelen taşıt sayısı) tş/sn

t: gözlem yapılan süre (belirli sayıda taşıtın geçmesi için düşünülen süre) sn

x: t sürede gelmesi beklenen taşıt sayısı

olduğuna göre:

P(x): t sürede x taşıt geçme olasılığıdır.

Bu dağılımın ortalaması ve varyansı

$$(2) \qquad \lambda = q.t \quad \text{ve} \quad s^2 = q.t$$

olacaktır. Taşıtlar arasındaki aralıkların temsili için de Negatif Üssel Dağılım Modeli

$$(3) \qquad p(t) = q . \exp(-q.t) \qquad t \geq 0$$

olarak verilmektedir. Bu dağılım ortalama hacmi q tş/sn olan bir trafik akımında t sn. uzunluğunda aralık bulma olasılığını vermektedir. Ortalaması ve varyansı da aşağıdaki gibidir.

$$(4) \qquad \mu = 1/q \qquad s^2 = 1/q^2$$

Taşıtların ücret ödeme gişelerinden geçişlerinde harcadıkları süreler, hizmet alma süreleri, de taşıtlar arasındaki bir tür aralık olarak ele alınabileceğinden Negatif Üssel Dağılımla temsil edilebilir kabul edilir. Kuyruk

kuramını kullanabilmek için yaptığımız bu kabulün yanı sıra, hizmet alma sürelerinin ortalama ve varyansı ile belirli herhangi bir dağılıma uyduğu kabul edilerek de kuyruklanma incelenmiştir.

2.2. BOĞAZ KÖPRÜSÜNDE TRAFİK AKIMI GÖZLEMLERİ

Köprü gişelerindeki kuyruklanmanın incelenebilmesi için kuyruk kuramı modellerinde, köprüden geçen trafik akımının temsili için kullanılacak modeller ve bu modellerin parametrelerinin saptanması gereklidir.

Köprüden gişelere yaklaşan taşıtların gelişlerini temsil edecek modelin seçilmesi için bu yönün en yoğun olduğu 17 - 19 saatleri arasında Temmuz 1986'da gözlemler yapılmıştır. Trafik hacim sayımları köprünün gişeler tarafındaki ayaklarının önünde yapılmıştır. Taşıt geçişlerine uygun dağılımın aranması için bu sayımlarda her t = 15 sn süresinde geçen taşıt sayıları saptanmıştır. Buna göre ençok taşıtın gözlendiği saatte, t = 15 sn dilimlerinde en az 13 taşıt, en çok 36 taşıt geçmiştir. Bir saat sürede geçen toplam taşıt sayısı da 5335 olmuştur. Ortalası $\lambda = 22{,}23$ tş/15 sn. ve varyansı $s^2 = 29.2$ olan bu veriler ile, ortalaması 22.23 tş/15 sn. olan Poisson Dağılımından elde edilen kuramsal tekrar sayıları arasında chi-kare testi uygulanmış ve taşıt gelişlerinin Poisson Dağılımına uygun olduğu görülmüştür [5].

Gişelerde sürekli yapılan bilgisayar kayıtlarından Köprü Müdürlüğü ilgililerince derlenen bilgiler gözden geçirildiğinde gözlem yapılan günde elde edilen değerlerin köprü için tipik bir ortalama değer olduğu görülmüştür. Nitekim gözlem yapılan günün de içinde bulunduğu Temmuz 1986 ayında hafta içi günlerde saat 17 - 18 arası için gişe bilgisayar kayıtlarından bulunan, geçen taşıt sayılarının ortalaması 5325 tş/sa bulunmuştur. Bu kayıtlardan 17 ile 20 arasında taşıt geçişlerinin diğer saatlere

göre daha çok olduğu ve en çok taşıt geçen saatte bu değerin 6087 tş/sa olduğu ve o gün köprüden 61307 taşıt geçtiği anlaşılmaktadır. 1980 yılından 1986 yılına kadar olan sürede de kayda geçmiş en yüksek saatlik hacim değeri 7045 tş/sa ile Mayıs 1982 yılında saat 18-19 arasında gerçekleşmiştir. Yine bu kayıtlardan, gişelerden günlük geçişlerin kış ayları dışında 40 000 tş/gün altına düşmemiş en yüksek değeri de 69115 tş/gün olmuştur.

2.3. GİŞELERDE TRAFİK AKIMI GÖZLEMLERİ

Taşıtların gişelerden geçiş süreleri, gişelerden geçebilecek taşıt sayısını, yani gişelerde sunulan hizmeti belirleyen parametredir. Gişelerde yapılan gözlemlerle öncelikle bunun saptanmasına çalışılmıştır. Bunun yanında gişelerin hepsinin aynı sayıda taleple karşılaşmadığı ortadaki gişelerden geçen taşıt sayısının daha çok olduğu göz önünde tutularak, gişe kayıtlarından gişelerin kullanım oranları belirlenmiştir. Gözlem sırasında gişeler önündeki kuyruk boyları taşıt sayısı cinsinden kaydedilmiştir.

Gişelerin önünde kuyruk bulunduğu zamanlarda taşıtların gişelerden geçişleri, yani hizmet süreleri olarak, bir taşıtın gişeye girip durduğu andan, sonraki taşıtın gişeye girip durduğu ana kadar geçen süre ölçülmüştür. İki ayrı günde yapılan ölçüm sonuçlarının birbirine uyduğu görülmüştür. Her ikiside 17 - 19 saatleri arasında ve tüm gişelerden kısa süreli örneklemelerle elde edilen geçiş süreleri topluca Tablo I'de görülmektedir. En az 2 sn olan geçiş süreleri her iki ölçümde de 40 sn kadar uzamıştır. Ancak bunun istisnası üç treyler gişelerden geçerken 61 sn, 73 sn ve 75 sn gibi olağandışı uzun sürede geçmişler ve bunlar ortalama hesabına katılmamışlardır. Nitekim her iki günde de 40 sn ile 61 sn arasında başka geçiş kaydedilmemiştir. Ağustos 1986 da yapılan gözlemlerde

Tablo I: Boğazköprüsü gişelerinde, Ağustos ve Kasım 1986 aylarında ölçülen taşıtların gişelerden geçerken harcadıkları süreler (hizmet süreleri)

Gişeden Geçiş süresi (sn)	Gözlenen taşıt sayısı (tekerrürü)		
	Ağustos 1986	Kasım 1986	Otomobil
2	-	7	7
3	31	25	25
4	132	82	81
5	288	134	125
6	220	119	111
7	151	73	62
8	75	64	50
9	44	31	24
10	35	21	13
11	33	31	17
12	18	17	9
13	13	19	4
14	16	16	7
15	9	11	6
16	13	5	2
17	10	5	1
19	13	9	3
20	1	5	1
21	9	2	-
22	5	-	-
23	5	3	-
24	3	1	-
25	7	-	-
≥26	29	12	-
Gözlenen taşıt sayısı n =	1167	696	549
Ortalama $\bar{t}$ =	7,89sn	7,91sn	6,48 sn
Varyans S^2 =	30,1	23,27	8,22

toplanan 1167 verinin ortalaması $\bar{t}$ = 7.89 sn. ve varyansı s^2 = 30.1 olmuştur. Kasım 1986 gözlemlerinde de 696 verinin ortalaması $\bar{t}$ = 7.91 sn. varyansı s^2 = 23,27 bulunmuştur.

Tablonun dikkatlice incelenmesinden görülmektedir ki gişelerden geçiş sürelerinin Negatif Üssel dağılıma uygun olması beklenemez. Tablodan da görüldüğü gibi ortalamadan daha küçük değerlerde artan tekrar sayıları 5 sn. değerinin altında hızla azalmaktadır. Bu görünüşüyle sola çarpık bir eğriye uygun olacak bu verilerin dağılımının araştırılması başka bir çalışmanın konusu olacaktır.

Gözlemler sırasında, en çok taşıtın geçtiği orta gişelerden geçen taşıtların, zirve saatlerde, tamamına yakın kısmının otomobil olduğu görüldüğünden otomobillerin geçişleri ayrıca not edilmiştir. Buna göre Tablo I'de de görüldüğü gibi otomobillerin gişelerden geçişlerinin ortalaması $\bar{t}$ = 6,48 sn ve varyansı s^2 = 8,22 olduğu görülmüştür.

Gişe kayıtlarının incelenmesi sırasında zirve saatlerde 50 - 65 dakikalık sürelerde gişelerden geçen taşıt sayılarının kaydedildiği görülmüştür. Belirtilen sürelerde geçen taşıtların arkasında, zirve saatte (17 - 19 arası) geçiş yaptıkları için, en az bir taşıt beklemekte olduğu kabul edilerek, her gişede ortalama geçiş süresi ve tüm gişeler için ortalama geçiş süresi bulunmuş ve bu değer $\bar{t}$ = 10.5 sn. olmuştur.

Taşıtların gişeler arasında denk dağılmadığı gözlenmişti. Gişe kayıtları incelenirken gişelerden günlük geçen taşıt sayılarına ve zirve saatte geçen taşıt sayılarına dayanarak yapılan hesaplarla, her gişeden geçen taşıt sayısının toplam taşıt sayısına oranları ortalama olarak bulunmuş ve Tablo II'de topluca gösterilmiştir. Burada 1. gişe köprüden gelişte en sağdaki gişe olmakta ve

sola doğru gişeler numaralanmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo II: Gişelerden geçen taşıtların toplam taşıt sayısına oranlarının ortalamaları

Gişe No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
Ortalama Geçiş Oranı	0.093	0.090	0.087	0.119	0.118	0.135	0.125	0.121	0.098	0.064	1.0

Gişeler önündeki kuyruklanma gözlendiğinde, oluşan en uzun kuyruğun, 5. - 8. gişeler önünde ve en fazla 12 otomobil olduğu görülmüştür. Bu kuyrukların, gişeler önünde ayrılmış alanın sınırını aşmadığı, taşıtların köprünün gişeler tarafındaki çıkışında hep hareketli olduğu görülmüştür. Köprüden gelen taşıtların kolaylıkla uzun kuyrukları geçerek daha kısa kuyruklu gişeyi seçebildiği görülmüştür. Gişe önünde uzayan kuyruktan dolayı köprü çıkışında taşıtların durmak zorunda kaldıkları durum, çok kısa bir süre için bir kez olmuştur. nitekim gişeler önünde kuyruk olması için ayrılmış alanın boyu en az 90 m. olduğu göz önünde tutulursa, en uzun 12 taşıtlık kuyruk boyunun ortalama 7 m. taşıt boyu ile 84 m. olacağına göre bu kuyruk bu alanın dışına taşmayacaktır.

3. BOĞAZ KÖPRÜSÜ GİŞELERİNE KUYRUK KURAMI UYGULANMASI

Köprü üzerinden 3 - 4 şeritli yoldan gelen taşıtlar serbestçe gişe seçmek olanağına sahiptir. Gişeler önündeki kuyruğu da önceden görüp kısa olanına karar verneleri için gerekli süreyi sağlayacak kadar geriden de burayı gözleyebilirler. Kalabalık saatlerde bu seçme olanağı tam olarak serbest olmamakla birlikte ve giderek zaman zaman trafiği yönetenlerce bazı şeritler belirli gişelere kanalize edilseler bile her sürücünün birden fazla gişe seçme şansı vardır. Ancak seçim yapıldıktan sonra çoğunlukla,

kuyruk değiştirilmesi olanaksız, kapasite ve güvenlik açısından sakıncalıdır. Bu durumda köprü gişeleri taşıtlarca serbestçe seçilebildiğine göre gişelerin herbirisi rastgele taşıt gelişleri olan, ilk gelenin ilk hizmet aldığı ve hizmet süreleri rastgele olan bir kuyruk sistemi, M/M/1 FIFO, olacaktır.

Köprü gişelerindeki kuyruklanmayı gözlemler de elde ettiğimiz verileri ele alarak incelemek istersek toplam 10 gişeye gelen 5335 tş/sa trafik akımının eşit dağıldığı kabul edilirse taşıt gelişleri ortalama $\bar{t} = 6,75$ saniyede bir taşıt veya $\lambda = 0,148$ tş/sn. olacaktır. İki farklı gözlemde de gişelerden taşıt geçişlerinin ortalama $\bar{t} = 7.9$ saniye de bir taşıt veya $\mu = 0,126$ tş/sn olduğu gözönünde tutulursa bu parametrelerle

(5) $\rho = \lambda/\mu > 1$

olacağından kuyruğun sürekli artan sonsuz boyda ve kuyruk sistemin de taşıtların sonsuz gecikmeye maruz kalacakları sonucu çıkmaktadır [3].

Tablo II'de görüldüğü gibi köprüden gelen taşıtların % 62'si ortadaki 5 gişeden geçmektedir. Bu gişelerden zirve saatte geçen taşıtların tamamına yakın bölümünün otomobil olduğu ve en uzun kuyrukların, en kısa kuyruklanma alanı boyu ile bu gişelerde olacağı göz önünde tutularak bu gişelere 5325 tş/saatin % 62'den ortalama $\bar{t} = 5.44$ saniyede bir otomobil veya $\lambda = 0,184$ otomobil/sn geldiği kabul edilebilir. Otomobillerin servis süresi de Tablo I'den ortalama $\bar{t} = 6,48$ saniye bir otomobil veya $\mu = 0,15$ otomobil/sn olarak gözlendiği hatırlanırsa yine

(6) $\rho = \lambda/\mu > 1$

olacağından gişeler önünde sonsuz kuyruklanma olacağı sonucu çıkmaktadır.

Halbuki gözlemlerde saptanmıştır ki gişeler önünde oluşan kuyruklar hemen hemen hiç köprüye uzamamaktadır. Köprünün çıkışından gişeler önüne doğru taşıtlar durmadan akmaktadır. Bu durumda rastgele gelişler ve rastgele hizmetle kuyruklanma modeli köprüdeki kuyruklanmayı belirlemekte yetersiz kalmaktadır.

4. DURUM BAĞIMLI* KUYRUKLANMA

Kuyruk kuramı bağıntıları ile köprü gişelerindeki kuyruklanmayı açıklanamamasının nedeni, gişelerden taşıt geçişleri negatif üssel dağılıma uygun olmadığı halde, kullanılmaya çalışılan bağıntılarda hizmet süresi negatif üsseldir. Halbuki köprü gişelerinden toplanan veriler ortalamanın hemen altında çok yüksek bir tekrar sayısına sahip ve sağ kuyruğu çok uzamayan bir eğri görünümündedir. Bunun hesaplara etkili olması için geliştirilmesi gereken model de hizmet dağılımı yanlız ortalama ve varyansı ile değil, dağılım eğrisi ile dahil edilmesi gerekecektir. Buda yine gişeden geçiş süreleri dağılımının araştırılmasına bağlı olarak başka bir çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Köprü gişelerinde kuyruklanmayı bu parametrelerle temsil edilebilecek bir başka model "Durum Bağımlı Kuyruklanma" sistemidir. [2] [4]. Bu modele göre eğer sistemde kuyruk oluşmaya başlamışsa kuyruk nedeniyle hem gişeden hizmet alan müşterinin hem hizmet veren gişe memurunun kuyruk nedeniyle hissedecekleri baskı, hizmet sürelerini kısaltmaktadır. Ayrıca kuyrukta beklerken sürücülerin paralarını hazırlama olanağı da gişeden kuyruksuz zamana göre daha hızlı geçmelerini sağlayacaktır. Nitekim bu konuda yapılan ilk çalışmalarda da buna işaret edilmekte, gişelere yaklaşan trafik hacmi arttıkça hizmet süresinin azaldığı belirtilmektedir [3]. Bu araştırmaya göre şerit başına trafik hacminin 100 ts/saatten 400 ts/saate çıkmasıyla

* İngilizce "State Dependent" karşılığı olarak kullanılmıştır.

gişeden geçiş süresi ortalamasının 13 sn'den 8,5 sn. kadar düştüğü belirtilmektedir [3] [1].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Durum bağımlı kuyruklanma sisteminde hizmet zamanı sistemdeki kuyruk uzunluğuna göre;

(7) $\mu_n = n^c \mu_1$

olarak verilmektedir [2] [4] Burada;

n : Sistemdeki müşteri sayısı

μ_n : Sistemde n taşıt varken ortalama servis değeri (tş/sn)

$1/\mu_1$: Sistemde tek taşıt bulunduğunda ortalama servis zamanı

c : Hissedilen baskı katsayısı.

Bu bağıntı ile bir sonuca varmak için gözlemler sırasında kuyrukta en fazla 12 taşıt biriktiği hatırlanarak, olması beklenen hizmet değeri ortalaması tahmin edilmiştir. Gişede de bir taşıtın hizmet olmakta olduğu göz önünde tutulursa sistem 13 taşıt bulunacaktır.

(8) $L = \lambda / (\mu - \lambda)$

bağıntısından [4] ortalama 5335 tş/sa hacim için

$\lambda = 0.148$ tş/sn olduğuna göre

$\mu_n = 0.159$ tş/sn olacaktır.

gözlenen hizmet değeri de ortalama hizmet zamanı $\bar{t} = 7.9$ sn'den

$\mu_1 = 0.127$ tş/sn

olduğuna göre yukardaki (7) numaralı bağıntı kullanılarak baskı katsayısı yaklaşık olarak,

$$c = 0.1$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

bulunmaktadır. Burada kullandığımız μ_1 hizmet değeri daha az taşıt geldiğinde daha düşük olabilecektir. Örneğin bu değer gişe bilgisayar kayıtlarında elde edildiği gibi ortalama $\bar{t} = 10,5$ saniye de bir taşıt olduğunu kabul etsek ve sistemde de 13 taşıt birikebileceğini kabul edersek baskı katsayısı

$$c = 0.2$$

olmaktadır.

Bu kuyruklanmada kaybedilen süre ise taşıt başına ortalama

(9) $$W = L/\lambda$$

bağıntısından kolaylıkla bulunabilecektir [4][6]. Buna göre sistemde bir taşıtın harcayacağı süre

$$W = 87.84 \text{ sn.}$$

olmaktadır. Bu süre trafik Mühendisliğinde kabul edilen trafik akımlarında sürücülerin dayanılabilir buldukları gecikmelerin oldukça üstündedir. Gişelerde olan bu yüksek gecikmeden önce sürücülerin köprüye girmeden de gecikmeye katlandıkları hatırlanırsa kuyruklanmanın tüm çevre yolu ve köprü üzerinde varmış gibi hissedilmesini açıklamak kolaylaşmaktadır.

5. SONUÇLAR

Boğaz köprüsünde yapılan gözlemlere göre köprüden gişelere trafik akımı Poisson dağılımına uygun gelmektedir. Gişelerden taşıtların geçişleri ortalama 7.9 sn. sürmektedir. Gişeler önünde oluşan kuyruklar köprüye kadar uzamamaktadır. Bu kuyruklanmayı durum bağımlı hizmet dağılımını dikkate alarak hesaplamak gerçeğe daha uygun olmaktadır.

Bu yöntemle bulunan taşıt başına ortalama gecikme değeri, trafik akımında sürücülerin katlanabildikleri geciknmelerin oldukça üzerindedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

KAYNAKÇA

1. CHURCHAN, W,C., ACKOFF, R.L., ARNOFF, E.L., "Operations Research" John - Wiley & Sons Inc. New York 1957.

2. CONVAY, R.W., MAXWELL,W.L., "A Queueing Model with State Dependent Service Rate" J.of Industrial Engineering 12, 132-136, 1961.

3. EDIE- Leslie C. "Traffic Delays at Toll Booths" Jounal of the Operations Research Society of America 2, 107 - 138, May 1954.

4. HILLIER, F.S. LIEBERMAN- "Operations Research" Holden - Day Inc. San Francisco 1974.

5. KEPSUTLU N. "Istanbul Boğaziçi Köprüsünde Kuyruklanma Problemi" Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi 1986. (Basılmamış).

6. LITTLE J.D.C. "A Proof for the Queueing Formula $L = \lambda W$" Operation Research 9 (3), 383 - 387, 1961.

7. STIDHAM, S.Jr. "A Last Word on $L = \lambda W$" Operation Research 22 (2), 417 - 421, 1974.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XVII. ÜRETİM PLANLAMA , PROGRAMLAMA VE KONTROL

XVII. I. *Otomotiv Yapım Sanayiinde Atölye Düzeyi Tezgahları Yükleme ve Kontrolü* XVII-1
Yrd. Doç. Dr. HÜSEYİN BAŞLIGİL, KAAN KIRAÇ, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

XVII. II. *Doğrusal Programlamaya Dayalı Rafineri Karar Destek Sistemi* XVII-16
Doç. Dr. İLHAN OR, Doç. Dr. M. AKİF EYLER, Dr. GÜLAY DOĞU, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi, Bebek, İstanbul, AHMET TAVİLOĞLU, MEHMET SERGEN, Tüpraş İzmit Rafinerisi Bölge Müdürlüğü, İzmit.

XVII. III. *Çok Ürünlü Çok Amaçlı İmalatta Otomasyona Geçiş Problemi* XVII-29
Dr. SİNAN KAYALIGİL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, O. D. T. Ü., Ankara.

XVII. IV. *Bir Bakım Planlaması Problemine Dinamik Programlama Tekniği İle Çözüm Önerisi* XVII-40
Yrd. Doç. Dr. AYKUT TOP, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Kuyubaşı, İstanbul.

XVII. V. *Çokürünlü Stokastik Üretim-Stok Sistemlerinin Optimal Kontrolu* XVII-63
Dr. SERPİL ERDOĞMUŞ, Doç. Dr. YALÇIN EROL, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara,
Prof. Dr. Ö. AKMUT, İşletme Bölümü, Siyasal Bilimler Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883
MARMARA ÜNİVERSİTESİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987
MARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

OTOMOTİV YAPIM SANAİİNDE ATÖLYE DÜZEYİ TEZGAHLARI YÜKLEME VE KONTROLÜ

Yard.Doç.Dr.Hüseyin BAŞLIGİL
Yıldız Üniversitesi End.Müh.Böl.
Kaan KIRAÇ
Yıldız Üniversitesi End.Müh.Böl.

ÖZET :
Bilgisayar destekli makinelerin veya bilgisayar sistemlerinin günümüz imalat sanayiilerinde kullanımı gerekli bir koşul haline gelmiştir. Yönetici kademelerinin daha çabuk ve daha güvenilir kararlar vermeleri bilgisayar sistemleri yardımı ile olmaktadır.

Takım tezgahlarının büyük miktarlarda kullanıldığı işletmelerde, çok sayıdaki parçanın tezgahlara aylık yüklemelerinin yapılması zaman kayıplarına yolaçmaktadır. Çünkü, tezgah yüklemeleri yapılırken, her bir parça için tüm işlemler elden geçirilerek bu tezgahlara dağıtılmaktadır. Bundan sonra ise, standart zamanlara bakılarak toplam işlem zamanları hesaplamaları yapılmaktadır. Toplam işlem zamanlarına göre de, tezgah çalışma vardiya adetleri belirlenmektedir. Görüldüğü gibi,çok uzun işlemlerden geçecek olan parçaların yüklemelerinin yapılması parçaların ilk üretim hazırlık zamanlarını uzatacaktır. Oysa, bir işletmenin ilk amacı en kısa zamanda üretimin gerçekleştirilmesidir.Ancak bu sayede maliyet azalacak, mamuller daha çabuk teslim edilecek ve daha iyi bir üretim kontrolü yapılacaktır.

Bir işletmenin içinde kısa zamanlarda üretim hedef alı-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

nıyorsa en iyi çözüm yolu bilgisayardan yararlanmak olacaktır. İşte bu nedenlerle, bir takım tezgahları yükleme ve ara stok izleme programı yapılmıştır. Adı geçen bilgisayar programı, yıllık üretim planlarına bağlı olarak yapılan Malzeme İhtiyaç Planlaması (M.R.P.) çıktıları ile çalışmaktadır. MRP çıktıları aylık olarak izlendiği için tezgahlarda aylık olarak yüklenmekte ve çıktılarda aylık olarak alınmaktadır.

Malzeme ihtiyaç Planlamasıçıktılarına bağlı olarak çalışan tezgah yükleme programının listesi ve çıktıları çalışmada verilmiştir. Bu çıktılar, bilgisayarla bütünleşip üretim sisteminin bir parçası olduğu için, daha sonra hazırlanabileçek olan diğer üretim sistemleri ile bütünleştirilebilecektir.

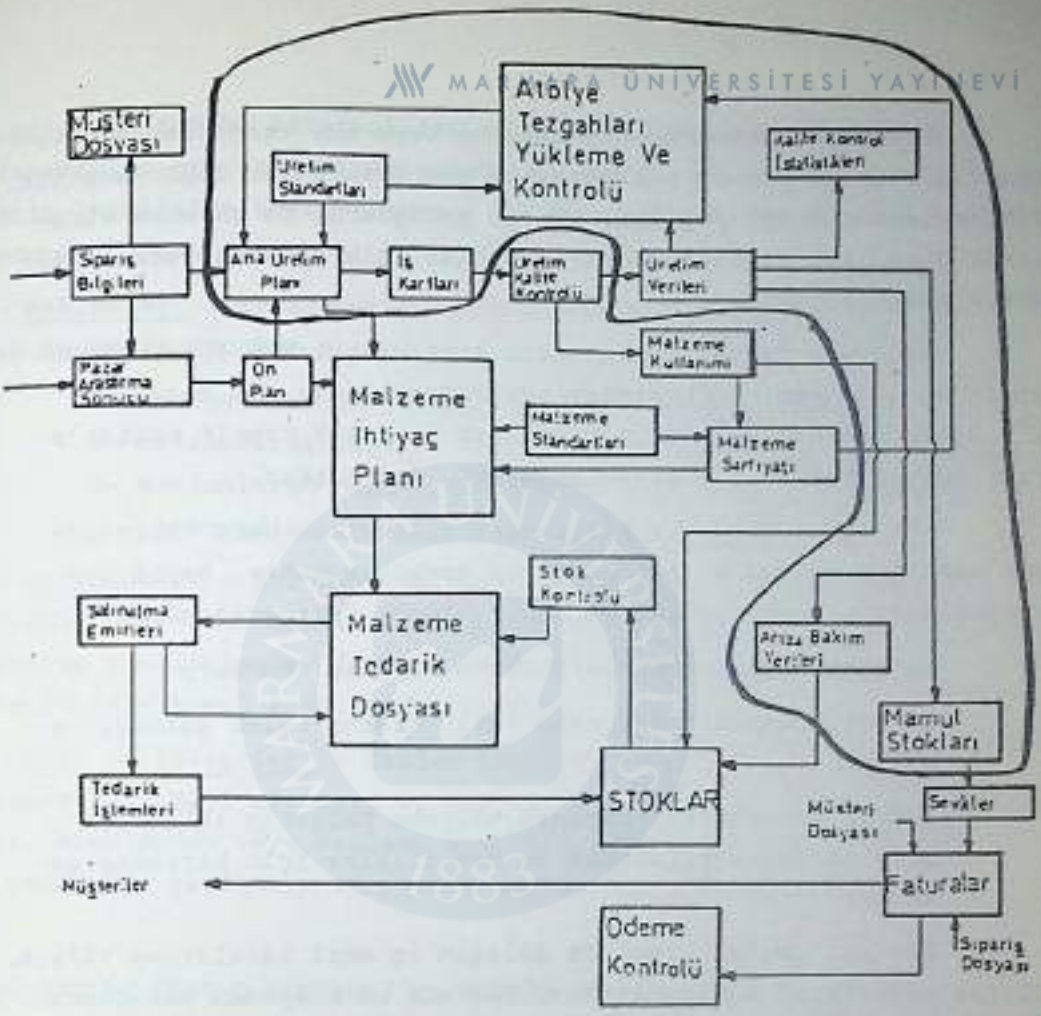
I. ÜRETİM SİSTEMİ

Üretimi gerekli zaman, miktar ve kalitede yapabilecek fonksiyonlar ve sistemler bütünü şeklinde açıklayabiliriz. Biz Mühendislerin bu sistem içindeki en büyük ilgi alanı imalat sistemidir. İmalat sisteminin genel yapısı Şekil-1' de gösterildiği gibidir.



Şekil.1 Üretim Sistemi

Bu çalışmada bizim ilgi alanımızı oluşturan sistem kısımları, genel sistem içerisinde Şekil-2'de gösterilen yapı içinde işaretli bulunan kısmı kapsar.



Şekil.2 Genel Bir Üretim Sistemi

Şekil-1'de açıklanan Üretim Sisteminin Girdileri;

a- İşgücü
b- Makinalar
c- Hammadde
d- Alet ve Edavatlar, oluşturmaktadır.

a) İşgücü : Bilgisayarla destekli bir üretim sisteminde, işgücü için kesin ayırımlar istenmez. Çünkü, bilgisayar sistemleri, beşeri ilişkilere dayanan bir proğramlama çalışması yapmamaktadırlar. Ayrıca, standart zamanların işçinin performansına bağlı olarak değişeceği açıktır. Tezgâh başındaki işçi değişiminin standart zamanların değişmesine neden olacağı, kütle üretimi ve kesintisiz imalat yapan işletmelerin planlı faaliyetlerinin

Üretim sisteminde, bir tezgahı veya tüm tezgahların gurubunu en kısa sürelerde yüklemek bir çok avantajlar sağlayacaktır. Yüklemeleri çok iyi yapılmış ve ani gelişlerde de en kısa sürelerde düzeltimi yapılabilecek tezgahlar için devamlı surette bir düzen söz konusudur.

Atölyede Tezgah yüklemesini gerçekleştirmek için, sistemimiz üç adet veri dosyasından yararlanmaktadır. Bu dosyalar 1°- İşlem Dosyası 2°-Parça bilgileri ve aylık üretim miktarlarını içeren dosya 3°-Tezgah bilgileri dosyasıdır.

1°- İşlem Dosyası: Bilgisayar sisteminin veri tabanında yer alan bir dosyadır. Bir parçanın hangi tezgahta, hangi operasyonlarla ve hangi sürelere bağlı olarak işleneceğini içerir.

Buradaki işleme süreleri ikiye ayrılır. Bunlar;

1) Net zamanlar: Parçanın fiili olarak işlem gördüğü zamanlardır.

2) Ayar zamanları: Parçanın tezgaha bağlanıp işlenmesi için tezgahta yapılacak ön hazırlıklar için harcanan zamandır.

Ayrıca, imalat kısmında dolaşan iş emri kartlarına ilişik olarak hazırlanan işlem sıraları kartıda bu dosyadan hazırlanır. Bu dosya montaj sıraları ile bilgi alışverişi yapmayacak şekilde düzenlenmiştir.

2°- Parça dosyası: Bir işletmede belki en çok kullanılan dosyadır. Bu dosya, işletme içindeki herbir parçanın kod ve özelliklerini taşır. Bu dosya, muhasebe, satın alma ve yönetim birimleri tarafındanda çok kullanılır.

3°- Tezgah Bilgileri Dosyası: İmalatta kullanılan hir bir tezgahın özelliklerini ve diğer kullanılması gereken tüm doneleri içeren bir dosyadır. İçerdiği bilgiler arasında Tezgahın çalışabileceği max. süre, istatiksel olarak elde edilebilen bozulma sıklıkları ve zamanları, yüklenebileceği maximum güç gibi bilgiler sayılabilir. Yeni bir tezgah alındığı zaman bu dosyanın verilerinden yararlanılarak bazı kıyaslamalarda bu dosyayı kullanan proğramlarda yapılabilmektedir.

bozulacağı hesaba katılmalıdır. Bu ise, bilgisayar destekli sistemlerin çok çabuk irdelenmesi sonucu oluşan standart zamanların ivedilikle belirlenmesini ve yeni planlar yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

b- Makinalar : Makinaların optimum düzeyde çalışması için gerek ve yeter şartlar :

1- Makinaların en verimli seviyelerde yüklenmeleri,
2- Makinalarda yapılan üretimin en az kayıpla bitirilmesi,
3- Makinaların parça için istenilen kalite seviyesini vermesidir.

c- Hammadeler : Bir mamülün üretilmesi için, en önemli üretim girdisi , istenen özelliklere uygun hammaddelerdir. Hammaddenin istenen özelliklerde, istenen zamanda ve istenen yerde olması üretim için temel koşullardan biridir.

d- Alet ve Edavatlar : İmalat kısmında çalışılırken bağlama aparatları, ölçü aletleri ve benzeri bir çok araç-gereç kullanılır. Aletlerden veya bağlama aparatlarından birinin eksikliği o yerde bir geçikmeye ve işinde aksamasına yol açacaktır.

II. ATÖLYE DÜZEYİ KONTROLÜ VE TEZGAH YÜKLEMELERİ

2.1. Tezgâhların Yüklenmesi

Takım tezgâhlarının yüklenmeleri iki tiptir. Bunlar;

1- Herbir işlemin hangi tezgâhta yapılacağı belirli olan parçaların yüklenmelerinin yapılması

2-Herbir işlemin hangi tezgâhta yapılacağı belirli olmayan parçaların yüklenmelerinin yapılması.

Bizim bu çalışmada ele aldığımız tezgâh yükleme tipi,birinci tip yüklemedir. İşletmelerde, birden fazla alternatif tezgahın bulunması yüklemede bir ön çalışmayı gerektirir. Aynı tip bir çalışma, a t gelen siparişler ve gecikmiş işlerin bulunması halinde de yapılmalıdır. Bu durumlar tezgah yüklemelerinde çoğu zaman günlük veya vardiya başına yükleme yapılmasını zorunlu kılar.

III. ATÖLYE TEZGAHLARI YÜKLEME VE KONTROLÜ UYGULAMASI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uygulama yeri OTO-YOL A.Ş.'nin TALAŞLI İMALAT ATÖLYESİ seçilmiştir.Ek'te görüldüğü gibi bilgisayar proğramı COBOL(Comman Bussineb Oriented Language) lisanı ile gerçekleştirilmiştir. Bu program kendisine bağlı olarak yukarıda belirtilen üç dosyaya ilaveten şu veri dosyaları ile çalışır.

1°-Tezgah bozulma periyotları dosyası

2°-Öncelik sıralama dosyası

3°-Malzeme ihtiyaç planlaması(MİP) çıktıları dosyası

4°-Tezgahların maximum yükleme sınırları dosyası

Daha önce açıklanan 3 ve şimdi belirtilen 4 dosya, tezgah yükleme proğramını (TEZBAS) çalıştıran dosyalardır. Proğramın çalışması sayesinde, herbir tezgahın istenilen aydaki öncelik sıralamalı yüklemesi gerçekleştirilmektedir. Bundan başka arzu edilen zamanda(gün bazında) Ara stok durumları incelenmekte ve tezgahın kaç vardiye çalışması gerektiği belirtilmektedir. Bunun yanında istatistiki bozulma zaman aralıklarına göre, incelenilen aday içindeki bozulma zamanları belirtilmektedir.

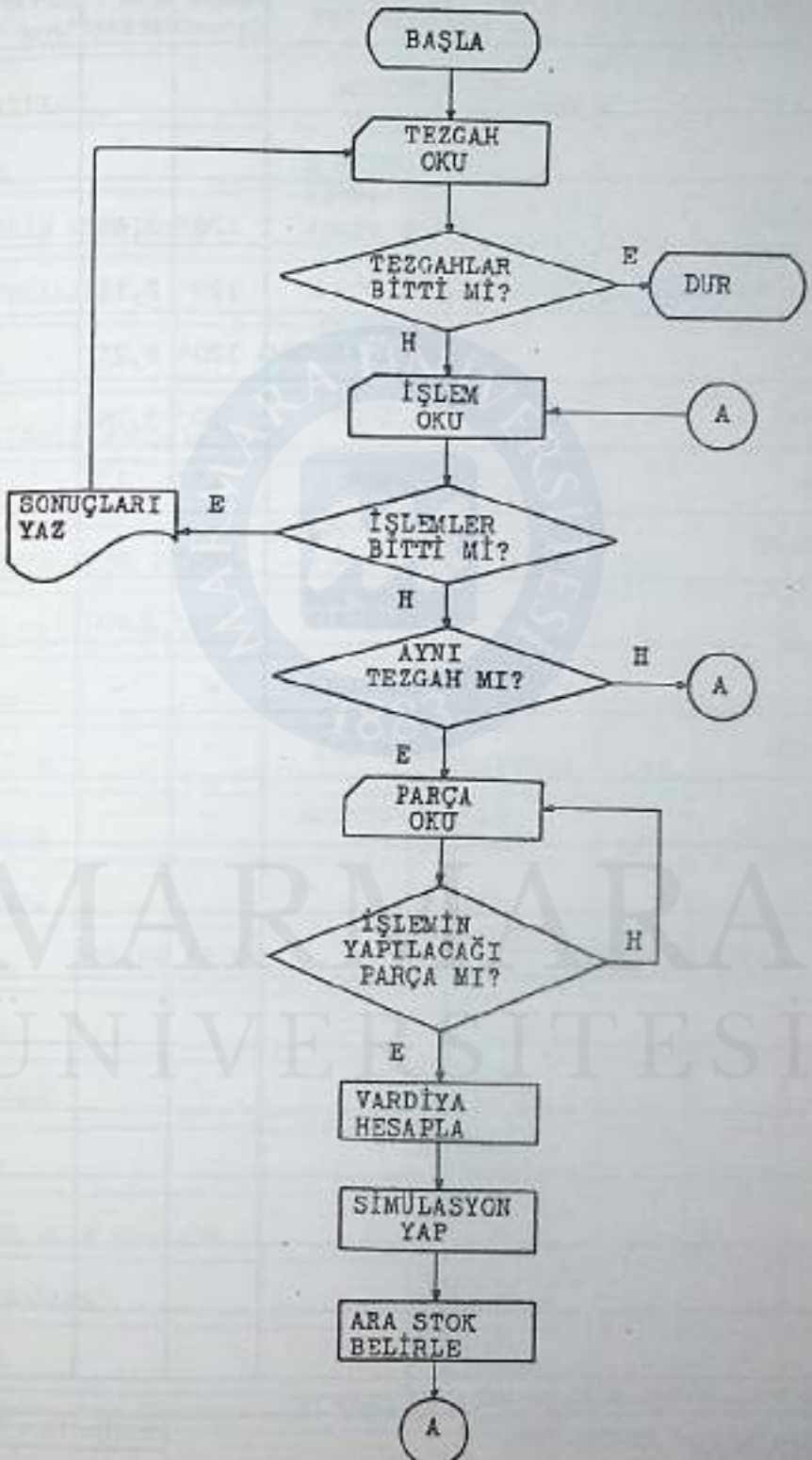
Proğram, istenilen sayıda parça ve tezgah için çalıştırılabilmektedir. Ancak kullandığımız bilgisayar PC olduğu için alabileceği adetler sınırlı olmaktadır.

OTO-YOL A.Ş. için hazırlanan bu proğram, 25 parça ve 58 tezgah için ve 5 aylık çıktıları alınmıştır.

Bu proğram, iki türde hazırlanmıştır. Bunlardan birincisi, sadece tezgah yüklemelerini, tahmini bozulma zamanlarını ve vardiya adetlerini vermektedir. Bu proğramın adı TEZYAZ'dır. İkinci olarak hazırlanan proğram ise, ekrandan alınan bir proğramdır ve ara stoklar burada izlenebilmektedir. Bu proğramın adı da TEZBAS'dır.

Tablo.1 TEZBAS PROGRAMININ AKIŞ DİYAGRAMI

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



TOYOTA İŞLEM KARTI FORMU	Parça Adı: ENJEKSİYON POMPASI DİŞLİSİ(ENGİNE)					Sayfa No: 3
	Parça No:	Malzeme:	Brüt Sürlük:	Tip:	Grup:	Adet/Araç
	4673613	SAE 4140 (a)	1,680	SONG	G 20	1

İŞLEMİN TANITIMI	Tezgah Kod.	Hazırlık Zamanı	İşlem Std. Zam.	Elemen Sayısı	Adet/Saat
DÖVME	PİYASA				1382
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
YÜZEY İŞLEME	ERİ(250) CNC TORNA	120'	2,80'		
ARKA YÜZEY VE DELİK İŞLEME	ERİ(250) CNC TORNA	120'	2,35'		
DİŞ AÇMA	LIEBHERR L200 AZDIRMA	120'	6,23'		
PAH KIRMA	PICCO	30'	3,26'		
MARKALAMA	MASA	15'	1'		
DELİK DELME	VALPA FMLOB MATKABI	120'	5'		
TRAŞLAMA	HURTH ZSA TRAŞLAMA	240'	2,43'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
NİTRÜRASYON	PİYASA (FEN İŞ)				425 TI
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
TOTAL TIME		765'	23,07'		

Metot şefliğinin onayı alınmadan hiçbir değişiklik yapılamaz.

Değişiklik:	Hazırlayan	Tarih	Onay
(a) Ç.1040 idi. 12-02-1986			

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İŞLEM FORMU	Parça Adı: GERİ VİTES DİŞLİSİ (TRANSMISSION)					Sayfa No: 20/1
	Parça No:	Malzeme:	Brüt Ağırlık:	Tip:	Grup:	Adet / Araç
	8558289	SAE 8620	1,800	50 NC	7	1

İŞLEMİN TANITIMI	Tezgah Kod.	Hazırlık Zamanı	İşlem Sld. Zam.	Eleman Sayısı	Adet / Saat
DOLU MALZEME	PİYASA (ASİL ÇELİK)				639TL
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
MALZEMENİN KESİLMESİ	HELLERSSH250 DAİRE TEST.	30'	7,5'		
KABA TORNALAMA	TEZSANSN50C TORNA TEZG.	30'	4,5'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
ISIL İŞLEM(1,200kg)x240TL	PİYASA (PAK İN)				288TL
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
DİŞ ÇAP VE ALIN İŞLEME	CHURCHILL CH4/15 CNC	120'	1,6'		
ALIN VE DELİK TORNALAMA	CHURCHILL CH4/15 CNC	120'	2,5'		
DİŞ AÇMA	LIEBHERR L200 AZDIRMA	120'	2,52'		
ÇAPAK ALMA	MONTIVERDI	15'	1,2'		
KANAL AÇMA	BULGAR FREZESİ	120'	1,62'		
ÇAPAK ALMA	EL İLE	-	1'		
TRAŞLAMA	HURTH ZSA TRAŞLAMA	240'	1,86'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
ISIL İŞLEM	PİYASA (RENAULT)				581TL
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
DELİK VE ALIN TAŞLAMA	SAIM 5-200 ALIN TAŞL.	60'	6,2'		
SATIH TAŞLAMA	ALMARTC5000 ALIN TAŞL.	30'	0,9'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		

Metot şefliğinin onayı alınmadan hiçbir değişiklik yapılamaz.

Değişiklik:	Hazırlayan	Tarih	Onay

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

İŞLEM A' FORMU	Parça Adı: KRANK DIŞLISI (ENGINE)					Sayfa No: 1
	Parça No:	Malzeme:	Brut Ağırlık:	Tip:	Grup:	Adet / Araç
	4680071	42CrMo4	0,950	50NC	20	1

İŞLEMİN TANITIMI	Tezgah Kod	Hazırlık Zamanı	İşlem Std. Zam.	Elemen Sayısı	Adet / Saat
DOLU MALZEME (Ø 70)	PİYASA (ASIL ÇELİK)				297 TL
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
BOY KESME	TOS KOLLU TESTERE	30'	6,9'		
DELİK DELME	MACAR TORNA TEZGAHI	30'	3,5'		
KALİTE KONTROL	KALİTE KONTROL	-	-		
ISIL İŞLEM (0,510 kg)x240 TL.	PİYASA (PAK İN)				122,4
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
ALIN VE DIŞ ÇAP İŞLEME	CHURCHILL CH41 CNC	120'	0,9'		
ALIN, DELİK VE PAH İŞLEME	CHURCHILL CH41 CNC	120'	1,5'		
DİŞ AÇMA	LIEBHERR L200 AZDIRMA	120'	2,67'		
PAH KIRMA	PICCO	30'	1,03'		
PAH KIRMA	PICCO	30'	1,03'		
NUMARA VURMA	EL PRESİ	-	1'		
KAMA KANALI AÇMA	PIYASA				120 TL
MUAYENE (a)	KALİTE KONTROL	-	-		
TRAŞLAMA	CHURCHILL GS8 TRAŞLAMA	240'	1,60'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
NITRÜRASYON	PIYASA (PEN İŞ)				425 TL
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
TOTAL TIME		720'	20,13'		

metot şefliğinin onayı alınmadan hiçbir değişiklik yapılamaz.

Değişiklik:	Hazırlayan	Tarih	Onay
(a) Eklendi. 13-02-1986			

İŞLEM FORMU	Parça Adı: EKSANTRİK DİŞLİSİ(ENGINE)				Sayfa No: 4	
	Parça No:	Malzeme:	Brüt Ağırlık	Tip:	Grup:	Adet/Araç
	4607511	Ç 1040		SONÇ	20	1

İŞLEMİN TANITIMI	Tezgah Kod.	Hazırlık Zamanı	İşlem Std. Zam	Elemran Sayısı	Adet/Saat
DÖVME	PİYASA				1175 T
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
ARKA YÜZEY İŞLEME	ERI(250) CNC TORNA	120'	2,2'		
ÖN YÜZEY İŞLEME VE DELİK DELME	ERI(250) CNC TORNA	120'	1,15'		
DIŞ AÇMA	LIEBHERR L200 AZDIRMA	120'	5,24'		
PAH KIRMA	PICCO	30'	3,26'		
DELİK DELME	VALPA PNIOB MATKAP	120'	2'		
MARKALAMA	MASA	-	1'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
KAMA KANALININ AÇILMASI	PİYASA				
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
TRAŞLAMA	HURTH ZSA TRAŞLAMA	240'	2,05'		
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
NİTRÜRASYON	PİYASA (YEN İŞ)				425 T
MUAYENE	KALİTE KONTROL	-	-		
TOTAL TIME		750'	16,9'		

metot şeklinin onayı alınmadan hiçbir değişiklik yapılamaz

Açıklık:	Hazırlayan	Tarih	Onay

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

OTOMOBİL - TEZGAH İŞLİ DÖRÜNÜ

TARİH : 7.A1 TEZGAH KODU : ATÖLYE-EL.DÖ

SAYFA : 1/ TARİH : LÜTFİYE AKSU

TOPLAM YÜK / SAAT = 3%

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	NET ZAMAN	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
4483071	329	1	40	2,67	120	34
4473613	370	1	30	6,22	120	81
4407511	512	1	30	3,24	120	41
8558269	376	1	40	2,50	120	17
8832469	507	1	40	1,44	120	11

BU TEZGAH İÇİ YARDIMA ÇALIŞMALIDIR!

İŞ'DE TAMAMINE YAKIN BİR ZAMANDA BİTİRİLEBİLİR.ÖNLEM ALINMALI!

OTOMOBİL - TEZGAH İŞLİ DÖRÜNÜ

TARİH : 7.A1 TEZGAH KODU : ATÖLYE-EL.DÖ

SAYFA : 1/ TARİH : LÜTFİYE AKSU

TOPLAM YÜK / SAAT = 3%

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	NET ZAMAN	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
4483071	329	1	40	2,67	120	34
4473613	370	1	30	6,22	120	81
4407511	512	1	30	3,24	120	41
8558269	376	1	40	2,50	120	17
8832469	507	1	40	1,44	120	11

BU TEZGAH İÇİ YARDIMA ÇALIŞMALIDIR!

İŞ'DE TAMAMINE YAKIN BİR ZAMANDA BİTİRİLEBİLİR.ÖNLEM ALINMALI!

OTOMOBİL - TEZGAH İŞLİ DÖRÜNÜ

TARİH : 7.A1 TEZGAH KODU : DİŞLİLİLER

SAYFA : 1/ TARİH : LÜTFİYE AKSU

TOPLAM YÜK / SAAT = 342

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	NET ZAMAN	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
8832397	322	1	30	3,58	90	22
8832397	322	1	40	2,25	90	14
8832399	610	3	30	4,06	90	125
8832399	610	3	40	2,39	90	74
8558725	597	1	40	3,01	90	37
8558725	597	1	30	3,01	90	37
8832469	507	1	30	4,17	90	26
8832469	507	1	50	2,08	90	16

YENİ BİR TEZGAH ALINMASI GEREKLİDİR!

OTOMOBİL - TEZGAH İŞLİ DÖRÜNÜ

TARİH : 7.A1 TEZGAH KODU : DİŞLİLİLER

SAYFA : 1/ TARİH : LÜTFİYE AKSU

TOPLAM YÜK / SAAT = 342

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	NET ZAMAN	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
8832397	322	1	30	3,58	90	22
8832397	322	1	40	2,25	90	14
8832399	610	3	30	4,06	90	125
8832399	610	3	40	2,39	90	74
8558725	597	1	40	3,01	90	37
8558725	597	1	30	3,01	90	37
8832469	507	1	30	4,17	90	26
8832469	507	1	50	2,08	90	16

YENİ BİR TEZGAH ALINMASI GEREKLİDİR!

OTOMOBİL - TEZGAH İŞLİ DÖRÜNÜ

TARİH : 7.A1 TEZGAH KODU : METAL İŞÇİLİĞİ

SAYFA : 1/ TARİH : ALİ TÜRKÖZÜ

TOPLAM YÜK / SAAT = 1%

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	NET ZAMAN	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
4472616	727	1	100	0,45	21	11
4473[illegible]	727	1	110	0,80	21	11
8558726	597	1	120	0,80	21	11
8558[illegible]	597	1	130	1,07	21	11
8558[illegible]	376	1	140	1,07	21	11
8558[illegible]	507	1	150	0,40	21	4
8558[illegible]	507	1	160	1,60	21	11
8832[illegible]	478	1	170	1,07	21	11
8832[illegible]	478	1	180	1,07	21	11

BU TEZGAH İÇİ YARDIMA ALINMALIDIR!

İŞ'DE TAMAMINE YAKIN BİR ZAMANDA BİTİRİLEBİLİR.ÖNLEM ALINMALI!

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

O T O Y O L - T E Z G A H [illegible]

T A R İ H : 7.4?
S A Y F A : 10

T E Z G A H [illegible]
T A R İ H : SAAT [illegible]

TOPLAM YUK / SAAT = [illegible]

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	VİZ ZAMANI	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
8586716	500	1	.40	6,00	60	70
8586719	500	1	140	6,50	60	80
8602415	500	1	110	6,30	60	64
8602419	500	1	120	8,50	60	80

YENİ BİR TEZGAH ALINMASI GEREKLİDİR!

O T O Y O L - T E Z G A H [illegible]

T A R İ H : 7.4?
S A Y F A : 9?

T E Z G A H [illegible]
T A R İ H : [illegible]

TOPLAM YUK / SAAT = [illegible]

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	VİZ ZAMANI	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
4672613	770	1	10	1,80	120	97
4672618	770	1	20	2,75	120	88
4607611	513	1	10	2,20	120	79
4607611	513	1	20	1,35	120	11
8602297	322	1	10	2,25	120	14
8602297	322	1	20	1,75	120	12

BU TEZGAHTA TE[illegible] KAPASİTESİNİN ÇALIŞTIRILMASI YETERLİDİR!

O T O Y O L - T E Z G A H [illegible]

T A R İ H : 7.4?
S A Y F A : 1

T E Z G A H [illegible]
T A R İ H : [illegible]

TOPLAM [illegible] / SAAT = [illegible]

PARÇA NO'SU	İMALAT ADEDİ	KULLANILAN ADEDİ	OPERASYON NO'SU	VİZ ZAMANI	AYAR ZAMANI	YÜKLEME ZAMANI
8586716	500	1	110	2,00	30	37
8586122	500	1	120	3,00	30	8
8586197	500	1	100	2,02	30	12

BU TEZGAHTA TEK KAPASİTENİN ÇALIŞTIRILMASI YETERLİDİR!

Çalışmada verilen işlem formları atelyede yapılan bütün parçalar için bir adet mevcuttur. Her bir parça için yapılan işlem formlarında, mevcut tezgah kod sütununda belirtilen kodlara göre tezgahlara yüklemeler yapılmaktadır.
Yapılan yüklemelere göre tezgahların imalat adedi bir tezgahta o parçanın kaç sefer işlem göreceği, operasyon no'su, net zamanı, yan zamanları ve yükleme zamanları ele alınmıştır. Tezgah yüklemeleri sonucunda bilgisayar programı verilen çalışma periyodunda tezgahtan gerekli miktarı, istenilen parça miktarını ve vardiya sayısını, tezgahtan yenisinin alınıp alınmamasını ve bakıma alınma zamanını bize bildirmektedir.

Makalede verilen örnek 7. ay için olup, 4673613 parça no'lu ENJEKSİYON POMPASI DIŞLISİ (ENGINE) diş açma işlemi olsun.Bu işlemin operasyon no'su 30 dur. LIEBHERR L200 AZD.2 tezgahında işlem görecektir.

Bu bilgileri işlem formundan alıp, standart ve işlem zamanlarıyla birlikte programa girdi olarak verdiğimizde, 12. sayfada Tablo.1'de görülen LIEBHERR L200 AZD.2 tezgahının yapacağı işlemler arasında 4673613 no'lu parçayı 30 operasyon no'su ile görebiliriz. Bu parçadan 770 adet yapılacağını, herbir parçanın işlem zamanının 6,23 dakika olduğunu hazırlık zamanının da 120 dakika olduğunu görebiliriz.

Tezgahın diğer parçalar üzerindeki işlemleri de gözönüne alınarak bulunan tezgah yüklemeleri ve bu yüklere bağlı olarak vardiya adetleri, imalat için yeterli gelmiyorsa aynı tezgahta satın alınma istemleri, ayrıca bozulma ve bakım uyarıları bilgisayar çıktısında yer almıştır.

İkinci programda ise (Ekrandan çıktısı alınmıştır) ara stok miktarı gözlenebilmektedir. Buna göre tezgah önünde oluşan kuyruk miktarı hakkında fikir sahibi olunmaktadır. Bu programdan elde edilen sonuçlar demostrasyon şeklinde gösterilecektir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

SONUÇ :

Bir bilgisayar destekli "Atölye yükleme ve Kontrol Programı" yardımıyla yapılanlar, ek kısmındaki bilgisayar çıkıntılarında gösterilmiştir. Hazırlanan sistemin amacı doğrultusunda yapılacak tüm çalışmalardan faydalı sonuçlar alınacaktır.

Biz bu çalışmada Şekil-2'de gösterilen üretim faaliyetlerinden Malzeme ihtiyaç Planlaması Sistemi ile çalışan yukarıda Atölye Tezgahları Yükleme Sistemi ve Kontrolünü kapsayan kısmı inceledik. Bu incelemenin, bir çok fabrikalarda uzun süre alan yükleme zamanlarını kısaltacağı, çalışma koşullarını makina ve çalışanlar için iyileşeceği, çıktıların kalitesini yükselteceği inancındayız. Çünkü, yapılan bu uygulamada temel programın çıktıları için kısa bir zaman ihtiyacı bulunmuştur. Değişen koşullarda, çıktıların nasıl değişeceği karar verici için önemli olduğundan, en uygun kararın alınmasına yardımcı olunacaktır. Ayrıca çalışmanın bir PC de yapıldığı, daha büyük bilgisayar sistemlerinde çıktıların daha kısa zamanda alınması mümkün olacaktır. Üretim Planlama faaliyetleri için,daha rantabl bir çalışma temposu kazanılacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma sonunda, uygulamanın yapıldığı talaşlı atölyesinde zaman, emek ve çalışma performansı kazançları elde edilecektir. Ayrıca Talaşlı İmalat yapan kısmın işlevlerinin kontrolü de gerçekleşebilecektir.

KAYNAKÇALAR :

1- Üretim Yöntemleri. Prof.Dr.Müh.Bülent Kobu. İstanbul-1984
2-Fabrika Organizasyonu.Prof.Dr.Müh.İlhami Karayelçın. İkinci Baskı.İstanbul-1984
3-Sistem Analizi Yard.Doç.Dr.Müh.Hüseyin Başlıgil. Ders Notları.Basılmamış-1984
4-İşletmelerde Stratejik Yönetim.Prof.Dr.Zeyyet Hatipoğlu İst.1986
5-Otomotiv Yapım Sanayiinde Atölye Tezgahları Yükleme ve Kontrol Sistemi Uygulaması. 7.Yöneylem Araştırması Ulusal Kongresi. Metin Atif-Özden Çıngı İst.1981

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DOĞRUSAL PROGRAMLAMAYA DAYALI RAFİNERİ KARAR DESTEK SİSTEMİ

Doç.Dr. İlhan OR[1]
Doç.Dr. M. Akif EYLER[1]
Dr. Gülay DOĞU[1]
Mehmet SERGEN[2]
Ahmet TAVİLOĞLU[2]

(1) Boğaziçi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bebek, İstanbul
(2) TOPRAŞ - İzmit Rafinerisi Bölge Müdürlüğü, İzmit

ÖZET

Bu bildiri TOPRAŞ İzmit Rafinerisi Bölge Müdürlüğü ve Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü tarafından Rafineri için ortaklaşa gerçekleştirilmiş Doğrusal Programlamaya Dayalı Rafineri Karar Destek Sistenini özetlemektedir. Sistemin ana amacı, ithal-ihraç kararları, üretim profilleri, ürün kalite özellikleri, envanter politikaları ve günlük üretim planlarının değerlendirilmesinde Rafineri Yönetimine destek sağlamaktır. Sistemin bir diğer amacı da Enerji Bakanlığı için iç ürün fiyatlandırma önerileri ve Petrol Netback Anlaşmaları için değerlendirmeler sunmaktır. Bu sisten 1986 Kasım ayında kullanılmaya başlanmış olup, halen Rafineri Yönetimi tarafından uygulanmaktadır. Bildiri sözkonusu sistemin özelliklerini, geliştirilme ve uygulamaya alınma aşamalarını içermektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. GİRİŞ

Bu bildiri TOPRAŞ İzmit Rafinerisi Bölge Müdürlüğü ve Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü tarafından Rafineri için ortaklaşa gerçekleştirilmiş Doğrusal Programlamaya Dayalı Rafineri Karar Destek Sistemini Özetlemektedir. Sistemin ana amacı, ithal-ihraç kararları, üretim profilleri, ürün kalite özellikleri, envanter politikaları ve günlük üretim planlarının değerlendirilmesinde Rafineri Yönetimine destek sağlamaktır. Sistemin bir diğer amacı da Enerji Bakanlığı için iç ürün fiyatlandırma önerileri ve Petrol Netback Anlaşmaları için değerlendirmeler sunmaktır.

2. PROBLEM TANIMI

TOPRAŞ - İzmit Rafinerisi yıllık 13 milyon ton üretim kapasitesi ile Türkiyenin en büyük rafinerisi durumundadır. Rafineri 24 değişik üretim ünitesinde (seri ve/veya paralel çalışan) 13 değişik ham petrol türünü işleyerek 40 dolayında ara ürün, 35 nihai ürün üretmektedir. Ayrıca yılda 600.000 ton fuel-oil, 30 milyon kilowatt saat elektrik enerjisi, 6.5 milyon ton su tüketen ve 1500 personele sahip bir kuruluştur.

TOPRAŞ bir devlet kuruluşu olduğundan, Rafineri Yönetimi ham petrol tedariki (tür ve miktar olarak), aylık üretim kotaları (ürün talepleri), mamul fiyatları, ürün kalite özellikleri veithal-ihraç kararları üzerinde kısmi denetime sahiptir. Öte yandan tahmin edilebileceği gibi, Yönetim ham petrol fiyatları üzerinde hiçbir kontrol mekanizmasına sahip değilken, günlük üretim planı, paçallama kararları, malzeme akışı, ara ürün ve nihai ürün stokları ve üretim ünitelerinin işletimi tamamen Rafineri Yönetiminin sorumluluğu ve denetimi altındadır. Yönetim,

(a) Aylık ham petrol türleri ve miktarları
(b) Aylık üretim hedefleri
(c) Ham petrol ve ürün fiyatları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(d) Ürün kalite özellikleri

belli olduğunda,

(a) Günlük üretim planı
(b) Paçallama seçenekleri
(c) Malzeme akışı
(d) Ara ürün ve nihai ürün stokları
(e) Üretim ünitelerinin işletimi

konularında alınacak kararlarda kendilerini yönlendirecek bir Karar Destek Sisteminin geliştirilmesini öncelikle istemişlerdir. Ayrıca ham petrol alımları, aylık üretim kotaları, ihracaat, ürün fiyatlandırma, ürün kalite özellikleri ile ilgili Bakanlık seviyesinde alınan kararlar üzerinde daha etkin rol oynayabilmelerini sağlayacak kantitatif ve objektif veriye sahip olmayı istemişlerdir.

3. RAFİNERİ KARAR DESTEK SİSTEMİ

3.1. SİSTEM GELİŞTİRME

Rafineri Yönetimi ile sürdürülen ilk görüşmeler sonunda kurulacak sistemin hemen kabul görmesi ve hızla uygulamaya alınmasını garanti etmek amacı ile aşağıdaki prensiplerde anlaşmaya varılmıştır.

(a) Peryodik toplanan verinin kolay toplanması ve hatasız hızla veri girişinin sağlanması.
(b) Model kısıtlarının, karar değişkenlerinin ve amaç fonksiyonunun Rafineri elemanlarınca kolayca anlaşılabilir olması.
(c) Çıktı raporlarının tüm Rafineri elemanları tarafından kolayca anlaşılabilir ve yorumlanabilir olması.

Daha sonra yönetimle sürdürülen bir dizi görüşme ve üretimi bizzat sahada izleme olanakları sonunda bir Doğrusal Programlama modelinin Rafineri üretim faaliyetlerini aşağıdaki nedenlerden dolayı oldukça iyi yansıtacağına karar verilmiştir.

(a) Parametreler ve karar değişkenleri açıklıkla tanımlanabilmektedir.

(b) Hemen hemen tüm girdi-çıktı ilişkileri doğrusaldır.

(c) Kolaylıkla doğrusal bir amaç fonksiyonu tanımlanabilmektedir.

Doğrusal Programlama düşüncesini yukarıdaki prensiplerle birleştirerek, kullanılması kolay bir Input (Veri Girişi) modülü ve yönetim için en uygun şekilde tasarlanmış ve organize edilmiş bir Output (Çıktı Raporları) modülünü içeren Doğrusal Programlamaya Dayalı Rafineri Karar Destek Sisteminin kurulması kararlaştırılmıştır.

Ayrıca modeli yakından kullanacak personele Doğrusal Programlama teorisi ve uygulamaları üzerinde iki haftalık bir seminer verilmesi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Böylece model geliştirme aşamasında onların modellemeye fiilen katılmaları sağlandığı gibi, Rafineri personelinin daha ilerde meydana çıkacak güncelleştirmeleri yapabilmeleri ve tüm çalışmanın yukarıda bahsedilen prensiplere sadık kalması sağlanmıştır. Rafineride Burroughs B-26 mikrobilgisayarları ve bir Burroughs B-2900 mini bilgisayar sistemi mevcutdur. B-26'ların mini sisteme göre üstünlüğü pek tabii ki kolay ve esnek kullanımdır. Ancak B-2900'de çok daha geniş bir disk hafızası ve rafineri doğrusal programlama modelini çözebilecek büyüklükte bir doğrusal programlama yazılımı (TEMPO) olduğundan bu iki olanağı birleştirme tercih edilmiştir. Şöyle ki: Veri Girişi ve Çıktı Modüllerinin B-26 mikrobilgisayarlarda, doğrusal programlama modülünün B-2900'da çalışması kararlaştırılmıştır. Bu üç modül ayrıntılı olarak tanıtılacaktır.

3.2. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODOLO

TOPRAŞ-İzmit Rafinerisi için 344 karar değişkeni ve 204 kısıt içeren bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Aşağıda bu model kısaca tanıtılmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3.2.1. Model Karar Değişkenleri

Karar değişkenlerinin birimi m^3'tür ve planlama dönemindeki toplam miktarları gösterirler. Karar değişkenlerini sekiz grupta toplamak mümkündür.

(a) Ham Petrol Sarjları : Belli bir tür hampetrolden belli bir ham petrol Unitesine gidecek miktarı gösterir. Örneğin "LI2" Plant 2'de işlenecek Light İran Ham Petrol miktarını ifade eder.

(b) Ham Petrol Onite Orünleri: Belli bir ham petrol ünitesinden çıkan belli bir araürünün miktarını gösterir. Örneğin "LTDZ5" Plant 5'den çıkan light dizel miktarını ifade eder.

(c) Ara Onite Sarjları: Belli bir ara üniteye belli bir mod içinde yapılan sarjı gösterir. Örneğin "FD6PL" Platformer 6 Unitesinin "low severity" sarjını ifade eder.

(d) Oniteler arası Akışlar: Belli bir ara üniteden veya ham petrol ünitesinden bir diğer ara üniteye veya pacallamaya giden belli bir ara ürünün miktarını gösterir. Örneğin "KERO25MN" motorin paçalına katılan KERO25 miktarını ifade eder.

(e) Dönem Sonu Stokları: Belli bir üründen dönem talebi karşılandıktan sonra stokta kalacak miktarı gösterir. Örneğin FS(NB) normal benzin stoğunu ifade eder.

(f) Tetraethyl Değişkenleri: Benzine katılan tetraethyl miktarını gösterir.

(g) İthalat-İhracat: Belli bir üründen ithal veya ihraç edilecek miktarı gösterir. Örneğin IMP(FO6) 6 numaralı fuel oil'den ithal edilecek miktarı ifade eder.

(h) Yapay Değişkenleri: Gerçek bir anlam taşımayıp uygulanabilir herhangi bir çözümde sıfır değeri almak zorundadırlar. Sıfırdan farklı bir değer almaları halinde veri girişinde veya parametrelerde yapılan hatayı gösterirler.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3.2.2. Model Kısıtları

Model kısıtlarını altı grupta toplamak mümkündür.

(a) Ham Petrol Kısıtları: Belli bir tür ham petrol için planlama döneminde kullanılabilecek en yüksek miktarı ifade etmektedirler (En yüksek miktar değerleri eldeki mevcutları göstermektedir ve kullanıcı tarafından girilir.) Örneğin

$$HI : HI2 + HI5 + HI25 \leq 128617$$

(b) Üretim Üniteleri Kapasite Kısıtları: Belli bir işletim modunda belli bir üniteye sarj edilebilecek en yüksek değeri ifade etmektedirler (En yüksek kapasite değerleri, planlama döneminde o ünitenin çalışacağı tam gün sayısına göre hesaplanır ve kullanıcı tarafından girilir). Örneğin

$$\begin{aligned} PLANT25: \quad & LI25 + HI25 + SR25 \\ & + ES25 + LA25 + MA25 \\ & + HA25 + KR25 + IR25 \\ & + SH25 + ZR25 + YR25 \leq 510.000 \end{aligned}$$

(c) Denge Denklemleri: Bir üretim ünitesinin girdi ve çıktıları arasındaki dengeyi ifade ederler. Örneğin

$$\begin{aligned} & RKERO25 : \\ & +0.0550LI25 + 0.0500HI25 + 0.0530SR25 \\ & +0.0590ES25 + 0.0600LA25 + 0.0530MA25 \\ & +0.0450HA25 + 0.0606KR25 + 0.0567IR25 \\ & +0.0820SH25 + 0.0710ZR25 + 0.0460YR25 - KERO25 = 0.0 \end{aligned}$$

(d) Ürün Arz-Talep Kısıtları: Ürünler için üretim, ithalat, ihracat, stok ve talep ilişkilerini sergilemektedir (Talep ve başlangıç stokları kullanıcı tarafından girilir) Örneğin:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(e) NB:

+SWCNB + SWLNC4NB + SWLN3DNB

+SWCNB + SWLNNB + RFM6PLNB

+RFM6PHNB + RF36PLNB + RF36PMNB

+RFM36PHNB + WCN4NB + LPGNB + WCN7NB

+RFM3NB-FS(NB)-XNB = 52500.0

(e) Ürün Kalite Özellikleri Kısıtları: Ürünlerin sağlaması gereken kalite özellik değerlerini ifade etmektedirler. Örneğin:

0.7564SWHN3DMO + 0.7200SWLNC4MO

+0.7091SWLN3DMO + 0.6200SWCMO

+0.6950SWLNMO + 0.7760RFM6PLMO

+0.7866RFM6PHMO + 0.7924RF36PHMO

+0.7938RF36PMMO + 0.8027RF36PHMO

+0.5600LPGMO + 0.7767RFM3MO - 0.7550 FS(MO)

-0.7550 x MO + 0.7337WCN4MO

+0.735WCN7MO + 0.7950PETKIMMO $\leq$ -2582.8947

(f) Enerji Denklemleri : Rafineri enerji tüketimini fuel oil tüketimi cinsinden ifade etmektedirler.

3.2.3. Model Amaç Fonksiyonu

Amaç fonksiyonu şu anda toplam kârı ifade etmektedir. Bu kâr içerisinde

Ham Petrol Alım Giderleri

Ara Ürün Alım Giderleri

Tetraethyl Alım Giderleri

Nihai Ürün Satış Gelirleri

doğrudan bulunmaktadır. Öte yandan enerji tüketimi doğrudan fuel oil tüketimi olarak ifade edildiğinden (altıncı kısıt grubu), Üretimde kullanılan enerji giderleri dolaylı olarak amaç fonksiyonuna katılmış olmaktadır. Ancak bu amaç fonksiyonunu yönetimin isteğine bağlı olarak

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Toplam ihracat

Belli bir ürün üretimi

Belli bir ham petrol türünün kullanımının

encoklanması veya başka bir şekle dönüştürebilmenin mümkün olduğunu vurgulamak yerinde olacaktır.

3.2.4. Model Parametreleri

Modelde kullanılan parametreleri iki grupta toplamak mümkündür.

(a) Sabit Parametreler: Bu parametre değerlerinin çok sık değişmiyeceği öngörülmüştür. Değişmesi halinde modeli yakından tanıyan bir uzman tarafından (program dosyalarında) gerekli güncelleştirmelerin yapılması öngörülmektedir. Bu sebeple de kullanıcının değiştiremiyeceği bir şekilde depolanmıştır. Bu değişiklikleri Input (Veri Girişi) Modülü aracılığı ile gerçekleştirmek mümkün değildir. Bu gruptaki parametreler:

(i) Hampetroller için: Belirli bir ham petrolün, bir metre küpünden elde edilecek ara ve nihai ürünler ve miktarları

(ii) Araürünler için: Araürünlerin hangi diğer araürün ve nihai ürüne girdi olabileceği, belirli bir araürünün bir m^3'den belirli bir ünitede elde edilecek diğer ara ve nihai ürünler ve miktarları

(iii) Nihai ürünler için: Nihai ürünler üzerindeki kritik özellikler ve hangi ürünlerin diğer hangi nihai ürünlere girdi olabileceği olarak sıralanabilir.

(b) Değişken Parametreler : Bu parametrelerin birkaç planlama döneminde bir veya daha sık değişebileceği öngörülmüştür. Bu bilgiler kullanıcı tarafından her dönem Input (Veri Girişi) Modülü aracılığı ile girilecektir. Parametreler

(i) Hampetrol ve nihai ürün birim fiyatları

(ii) Nihai ürün kotaları

(iii) Hampetrol, araürün, nihai ürün başlangıç stokları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(iv) Onite Şarj Üst sınırları
(v) Orün Stok Üst sınırları
(vi) Nihai ürün kritik özellik değerleri

olarak sıralanabilir.

3.2.5. Modelin Sonuçları ve Hassasiyet Analizi

Model her planlama dönemi için karar değişkenlerinin değerleri çerçevesinde aşağıdaki bilgileri (dönem toplam miktarları olarak) kullanıcılara sunacaktır.

(a) Ham petrol kullanımları (Tür ve Ünite bazında)
(b) Onite Şarjları
(c) Onite girdileri ve çıktıları (miktar ve oran olarak)
(d) Oretim, ithal, ihraç ve son stok miktarlarını
(e) Oretimde gerçekleşen Ürün özellikleri

Bu bilgilere ilaveten önerilen üretim politikası çerçevesinde beklenen dönem kârı ve bu kâr üzerinde bir hassasiyet analizi kullanıcıya sunulacaktır. Hassasiyet analizi

(a) Gölge Fiyat Analizi: BÜtün diğer parametreler sabit tutulduğu varsayımı altında, gölge fiyat
(i) Tek bir Ünite kapasitesindeki marjinal değişimin kâra etkisi
(ii) Tek bir hampetrol mevcut miktarındaki marjinal değişimin kâra etkisi
(iii) Tek bir Ürün talebindeki marjinal değişimin kâra etkisini

göstermektedir.

(b) Ayarlı Fiyat Analizi: Bütün diğer parametrelerin sabit tutulduğu varsayımı altında, ayarlı fiyat
(i) Eniyi çözümde sıfır stok önerilen bir Ürün üretiminin marjinal artırılmasının kâra etkisi

(ii) Eniyi çözümde en yüksek stok seviyesine ulaşmış bir ürün üretiminin marjinal azaltılmasının kâra etkisini

göstermektedir.

Burada a(iii), b(i) ve b(ii)'nin ürün fiyatlandırma, a(ii)'nin hampetrol fiyatlandırma, a(i)'nin ise kapasite artırım yatırımlarını değerlendirme aşamalarında Yönetime ışık tutacak nitelikte olduğunu vurgulamak yararlı olacaktır. Örneğin, ham petrol türü X için yüksek gölge fiyat söz konusu ham petrolden daha fazla satın almanın yerinde olacağını gösterirken, ürün Y için düşük gölge fiyat söz konusu ürün satış fiyatının çok düşük olduğu anlamına gelmektedir.

3.3. VERİ GİRİŞİ MODÜLÜ

Veri girişi, kullanıcının çok rahatlıkla anlayarak kullanabileceği, PASCAL programlama dilinde yazılmış bir küme programın menülerle bağlanması sonucunda oluşturulmuş bir modüldür. Kullanıcıya

(a) Yeni petrol türlerini ve özelliklerini girme
(b) Planlama dönemi verilerini girme
(c) Veriyi, TEMPO paket programının gereksindiği biçime dönüştürerek B-2900'a taşıma
(d) Mevcut modelin tam bir raporunu (amaç fonksiyonu ve kısıtlar) alma

olanaklarını sağlar. Bu modül B-29 mikrobilgisayarlarda çalışmaktadır.

3.4. ÇIKTI MODÜLÜ

Rafineri Yönetiminin sistemden bekledikleri en önemli özellik, çıktı raporlarının organizasyonu ve esnekliği idi. Değişik bölümler aynı bilgiyi değişik formatlarda istemekte, değişik verimlilik oranları talep etmekte idi. Ayrıca Yönetim özellikle rapor biçimlerinin kolayca değiştirilebilir ve gerektiği hallerde değişik raporlar türetebilecek özellikte olmasını istediklerini vurgulamışlardır.

Tüm bu istekler basit bir yolla yerine getirilmiştir: Çıktı modülünün sonuna bir "MULTIPLAN" hesap tablosu ekleyerek. Böylece tüm sonuçlar ve tablolar, istendiğinde çok kolaylıkla değiştirilebilecek veya başka tablo elde edilebilecek şekilde iyi düzenlenmiş ve iyi formatlanmış bir biçimde "MULTIPLAN" hesap tablosu aracılığı ile elde edilmektedir.

Bu modül iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm B-2900'daki doğrusal programlama sonuçlarını MULTIPLAN'ın istediği formatta B-26'lara taşımakta, ikinci bölüm ise hesap tablosu aracılığı ile çıktı tablolarını hazırlamaktadır.

4. KARAR DESTEK SİSTEMİNİN İŞLEYİŞİ

Mevcut sistem şu şekilde çalışmaktadır.

1. Her planlama döneminin (ay) başında, Rafineri personeli Veri Giriş Modülünü kullanarak B-26 terminallerinden dönem verilerini çirmektedir. Hata arama aşamasından sonra, veri TEMPO paketi formatına uygun şekilde B-2900'a taşınmaktadır. (Veri oniki aylık bir dönem boyunca burada depolanacaktır)

   Eğer yeni petrol türleri (sistemin bilmediği petrol türleri) mevcutsa, bu bilgi de Veri Girişi Modülü aracılığı ile girilmektedir. Ancak işletim modlarında veya üretim ünitelerinin teknolojilerinde değişiklikler söz konusu ise, bu bilginin Sistemi yakından tanıyan kişiler tarafından doğrudan TEMPO'ya girilmesi gereklidir.

2. TEMPO paketi çalıştırılmakta, doğrusal programlama modeli eniyilenmektedir. Modelin eniyi çözümü, bir yazıcıya ve MULTIPLAN paketinin gerektirdiği formatda B-26 Harddisk'e gönderilmektedir.

   Doğrusal programlama sonuçları, MULTIPLAN paketi kullanılarak tablolar haline dönüştürüldüğünden, Yönetim sadece TEMPO'nun sayısal sonuçlarını görmekle kalmayıp, girdi-çıktı ilişkilerini, oranları, üretim profillerini ve değişik verimlilik ölçütlerini inceleme

olanağına sahip olmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. Çıktı sonuçları söz konusu senaryo çerçevesinde Yönetimce tatminkar bulunursa, günlük üretim ve işletim planlarında yönlendirici olarak kullanılmak üzere Üretim Planlama Bölümüne aktarılır. (TEMPO ve MULTIPLAN sonuçları günlük üretim planlarını değil, aylık üretim hedeflerini vermektedir.)

Yönetim söz konusu senaryo sonuçlarını memnuniyet verici bulmadığında, doğrusal programlama modelinde o sonucu tayin eden faktörler, parametreler belirlenerek mümkün olan değişiklikler gözden geçirilmektedir. Böylece bu model parametrelerinin değerleri değiştirilerek, değişik senaryolar ve sonuçlar elde edilmektedir. Pek tabii ki bu parametrelerin değiştirilebilirliği Yönetime ve/veya Yönetimin Bakanlık üzerindekietkisine bağlıdır.

4. Aşağıdaki karşılaştırmalar yapılmakta, farklılıklar kaydedilmektedir.

a) Ürün fiyatları - Gölge fiyatlar (Talep kısıtları)
b) Ürün fiyatları - Ayarlı fiyatlar (Ürün dönem sonu stokları)
c) Ham Petrol fiyatları - Gölge fiyatlar (Ham petrol kısıtları)
d) Üretim ünite kapasite kısıtlarına ait gölge fiyatlar.

5. SONUÇ

Yukarıda anlatılan Karar Destek Sistemi 1986 Kasım ayından beri Rafineri tarafından fiilen kullanılmaktadır. Bu süre boyunce Üniversite grubundan çok az denetim istenmiştir. Planlandığı gibi, dönem veri girişi, parametre değişiklikleri, yeni rapor tasarımları Rafineri personelince başarı ile yürütülmektedir.

Yönetim bu sistemi, değişik üretim senaryolarının etkisini görmek, yeni üretim hedefleri saptamak ve gerçeklesen üretim profillerini modelin ürettiği sonuçlarla karşılaştırarak Rafineri verimliliğini takip etmek için kullanmaktadır. Planlanan ve gerçekleşen üre-

tim profilleri arasında halen bazı sapmalar olmasına rağmen, Karar Destek Sistemi kullanılmaya başlanmadan önce gözlenen farklılaşmaya göre çok önemsizdir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

ÇOK ÜRÜNLÜ ÇOK AMAÇLI İMALATTA OTAMASYONA GEÇİŞ PROBLEMİ

M.Sinan Kayalıgil
Endüstri Mühendisliği Bölümü
ODTÜ, ANKARA

Çok ürün ve çok aşamalı imalatta geleneksel imalattan otomasyona geçilirken önemli bir problem de kullanılacak teçhizatın seçimi ve operasyonel görevidir. Bu problemin bir tanıma dinamik bir modeli ve bir yerleştirme-atama alt-yordamıyla yaklaşım sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Otomasyona geçiş, yerleştirme-atama problemi

GİRİŞ

İmalat sistemlerinde otomasyon geçiş çok değişik biçimlerde tanımlanabilir. İmalat süreçleri, bilişim, pazarlama, yönetim, işgücü kaynakları gibi alt sistemlerle ilişkin çeşitli geçiş sorunları bulunup çözüm aranabilir (6,15).

Bu çalışmalarda, otomasyona geçişte imalat süreçlerinin seçimi ve zamanlaması problemlerine bir özel yanı verilmektedir.

Otomatik imalat süreçlerinin alıcılara sistemlerden en büyük farkları sundukları ekonomik kullanım esnekliği olarak ortaya konulabilir. Bu özellik, operasyonların yürütülmesinde pekçok alternatifi gündeme getirdiği gibi, teçhizatın alımında karmaşık karar problemlerine de yol açabilir.

DEĞİŞİK YAKLAŞIMLAR

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Teknolojik yeniliklerin ilgilendirdiği kararlar önceleri kapasite büyütme problemi kapsamında ele alınmıştır. Hinomoto (7) teknolojik gelişmenin tesis fiyat ve işletme masraflarına etkilerinin incelendiği çalışmasıyla bu alanda ilk sonuçları sunmuştur. Manne'ın yapıtı da (11) kapasite büyütme konusunda klasik yaklaşımları ayrıntılarıyla sunar. Luss (10) ile Klincewicz ve Luss (8) kapasite büyütme alanında yakın zamanlardaki son çalışmalar sayılabilirler.

Gaimon (3,4,5) otomasyona geçiş konusunu otomatik ve manuel üretimin zaman içindeki optimal karışımı olarak ortaya koyar. Optimal kontrol kuramı ile en iyi dinamik stratejiyi gösterir.

Otomasyona geçiş ile ilgili ruesalliği öne çıkaran çalışmalar da vardır. Buntardan Monahan ve Smunt'un (12) avantajları otomasyon teknolojilerinde ve farz hallerindeki gelişmeleri olası değerlerle ifade edip optimal esnek imalat paylarını bulmaya çalışmışlardır.

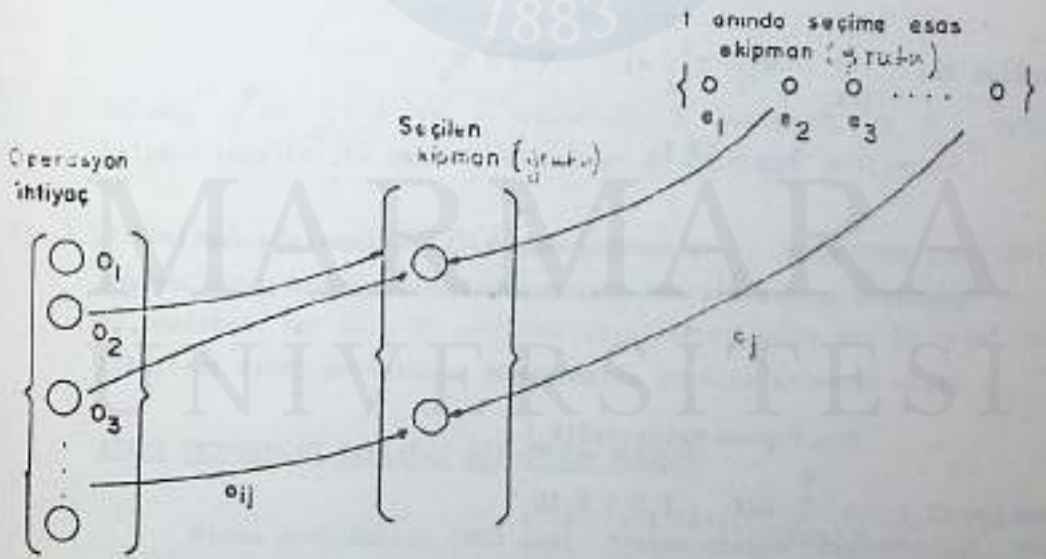
Şimdiye dek sunulanlardan farklı bir yaklaşım da Chakravarty ve Shtub (1) tarafından öne sürülmüştür. Burada, yeni teknolojilere (esnek üretim, otomatik tezgahlar gibi) yapılacak yatırım kararları ile kafile büyüklüğü, çizelgeleme ilişkisi problem yapılmıştır. Alternatif otomasyon türleri arasında da yine bu kapsamda seçim yapılmasına bir dinamik programlama modeliyle çözüm önerilir. 1987 de yayınlanmış bir çalışmasında Kusiak (9) da esnek imalat sistemlerine geçişte takım tezgahları ya da imalat hücrelerinin oluşturulmasını araştırır.

Bu çalışmada otomasyona geçirilmesi düşünülen üretimden elde edilmesi ile muhtemel işletme düzeyi arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. İşletmenin zaman içinde değişecek olan operasyonel ihtiyaçlarını bu seçime yansıtması için dinamik bir modelleme yaklaşımı seçilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Otomatik imalata geçiş zaman içinde devingen bir yerleştirme (seçim) ve parçalarama (atama) problemi olarak modellenebilir.

Tasarlanacak olan imalat sisteminin çok aşamalı ve çok ürünlü olarak bütün operasyonel ihtiyaçlarının tanımlandığını varsayalım. Bunlar proses, malzeme nakil, muayene gibi konular olacaktır. İşletmenin bu ihtiyaçları zaman içinde değişecektir. Bir t anında bu operasyonların tümü O_t kümesinde bulunsun. E_t kümesi de t anında aralarında seçim yapılıp edinilecek ekipmanın tümünü göstersin. Örneğin bir "kavra ve yerleştir" (pick-and-place) operasyonu bir robot kolunu gerektirebilirken çok takımlı bir tezgahın seçilmesi durumunda tamamen gereksiz de kalabilir. Görüldüğü gibi atanalı olan hangi ekipmanın hangi operasyonel ihtiyacı karşılamaya (ortadan kaldırmaya) yeteceğidir. Bu durum Şekil 1 deki gibi de gösterilebilir:



Şekil 1

.Bu şekilde

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

c_j j ekipmanının edinilme maliyetini.

a_{ij} i ihtiyacının j ekipmanınca giderilmesinin maliyetini gösterir.

Bir diğer maliyet de aynı ekipmanın paylaşılmasından kaynaklanmaktadır. Birbirinden çok farklı takımlar ya da ayarlar gerektiren operasyonlar aynı ekipmanı veya imalat hücresini kullanmaya zorlandığında bir etkileşme maliyeti oluştuğu kabul edilebilir. Aynı ara-mal stok alanlarının kullanılacak olması da özellikle farklı süreli operasyonlar arasında önemli etkileşme sonuçları doğuracaktır.

Operasyonların ekipmana atanmasına ilişkin herhangi bir t dönemindeki problem:

$$\text{Min.Maliyet}(t)=K_t(E_t)= \sum_{i\in O_t} \sum_{j\in E_t} a_{ij} X^t_{ij} + \sum_{k\in O_t} \sum_{k\neq i} y_{jik} X^t_{ij} X^t_{kj}$$

$$\text{Problem P0:} \quad \sum_{j\in E_t} w^t_{ij} X^t_{ij} = 1 \qquad \forall\, i \in O_t$$

$$X_{ij} \in (0,1)$$

biçimini alır. w_{ij} i operasyonunun j ekipmanıyla yapılabilip (=1) yapılamayacağının (=0) göstergesidir.

Bütün dönemler dikkate alındığında

$$\text{Min.Toplam Maliyet}=J(E_o)$$

$$\text{Problem P1 :} \quad = \sum_{t=1}^{T} A(E_{t-1},E_t) + K_t(E_t)$$

$$\sum_{J\in E_t} w^t_{ij} X^t_{ij} = 1 \qquad \forall_i \in O_t\,,\ \forall_t$$

$$E_t = \{t \text{ döneminde varolan ekipman}\}\,,\ \forall_t$$

$$X_{ij} \quad (0,1)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ki burada $A(E_{t-1}, E_t)$ ekipman değiştirme (E_{t-1} kümesinden E_t kümesine) maliyetidir. Bu probleme de PI denildiğini varsayalım.

DİNAMİK PROGRAMLAMA

PI problemi, her dönemin ekipman alımlarını ve operasyon atamalarını içerdiği için çok karmaşık bir çözümü gerektirebilir. Oysa, dönemsel özellik dikkate alınarak çözüm daha küçük problemlerin çözümüne dönüştürülebilir. Bu durumda aşağıdaki özyinelemeli (recursive) ilişkiye dayalı bir dinamik programlama modeli uygulanabilir.

$$F_t(E_{t+1}) = \min_{E_t} \left[\underbrace{A(E_t, E_{t+1}) + K_t(E_t)}_{J_t^{\#}(E_{t-1}, E_t)} + F_{t-1}(E_t) \right]$$

$t=1,2,\ldots,T$

$F_o(.)=0$

Burada, $J_t^{\#}(E_{t-1}, E_t)$ bir t döneminde E_t başlangıç ve E_{t-1} nihai ekipman küneleriyle sağlanabilecek en az (minimum) maliyettir.

Kolayca görülebileceği gibi asıl problemin çözümünü güçleştiren operasyonların ekipmana atanmalarının optimizasyonudur. PI problemi, bir seri PO problemi çözüldükten sonra bir En Kısa Yol (Shortest Path) problemine dönüşür.

ATAMA PROBLEMİNE YAKLAŞIK BİR ÇÖZÜM YORDAMI

Atama probleminin (PO) amaç fonksiyonunun dışbükeyliği her zaman doğru olmayacağı için (çünkü $X_i \cdot X_j$ gibi çarpımların toplamları) analitik bir çözüm çok güç olacaktır. Öte yandan kuadratik amaç fonksiyonlu atama problemleri çözümü üssel zamanda söz konusu olan zorluktadır. Bu durumda, probleme sezgisel bir yordam uyarlamak uygun görülmüştür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Operasyonların teker teker atandıkları ekipmanları değiştirdikleri ve böylelikle lokal optimum ile yetinen bir yordam önerilmektedir. Herhangi bir lokal optimumun zorunlu koşulu operasyonların tümünün ekipman değiştirme net kazancının negatif veya sıfır olmasıdır.

Bu prensipten hareketle

p i operasyonunun şimdilik atandığı ekipman
s i operasyonu için düşünülen yeni ekipman
r1 bu atamanın (yani p'den s'ye) ilk aşama kazancı olsunlar.

$$r1 = \sum_{k \neq i} y_{pik} + a_{ip} - \left[\sum_{k \neq i} y_{sil} + a_{is} \right]$$

k ile p ve s ekipmanlarına halihazır atanmış operasyonlardır.

Herhangi bir yeni atama yalnız ilk aşama kazancı ile sınırlı kalmayacaktır. Aslında, bazı durumlarda daha büyük bir kazanç (ya da kayıp) atama sonrası ekipman kullanımlarının aldığı yeni biçimden ortaya çıkacaktır. Atamanın yapıldığı ekipmanda yine etkileşim maliyetleri oluşurken bırakılan ekipmana bazı yeni operasyonların katılması büyük maliyet düşüşleri sağlayabilir. Eğer r2 bu tür ikinci aşama kazançların bir göstergesi ise

$$r2 = \sum_{m \neq i} y_{pim}/M + \sum_{n \neq i} y_{sin}/N$$

m ve n, p ile s ekipmanlarına atanabilecek durumda olup henüz başka yerlere atanmış operasyonlar, M ile N de sırasıyla bunların sayısıdır. Anlaşılacağı üzere r2 ortalama kazanç ile ortalama ek maliyetin farkından ibarettir.

Sezgisel yordam iki aşamalı düşünülmüştür:

A. Başlangıç atamaları
B. Geliştirme atamaları

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

A. Başlangıç atamaları

Bu aşama, her operasyonun kendini ilgilendiren ekipman veya imalat hücrelerine eşit sayıda atama olacağı yaklaşımına dayanır.

Adım 0. Bütün ekipmanlar boş

Adım 1. Operasyonları atanabilecekleri ekipman sayısına göre sırala (azdan çoğa)

Adım 2. Listede bir sonraki operasyonu al

Adım 3. Eldeki operasyon için sözkonusu her ekipmanda

a. önceden atanmış olan operasyonlarla etkileşim
b. atanması olası operasyonların beklendik etkileşim maliyetli toplamını bul. Atanma maliyetini ekle

Adım 4. En küçük maliyetli ekipmana atamayı yap.

Adım 5. Listede başka operasyon kaldıysa Adım 2 ye dön

B. Geliştirme atamaları

Bu aşama, operasyonların bulunduklarından başka ekipmana atanmalarının kazançları arasından, varsa, en uygununun seçilmesine dayanır.

Adım 0. En azından bir r_i pozitif olduğu sürece devam et.

Adım 1. Henüz değerlendirmeye alınmamış yeni bir operasyonu (i diyelim) al.

Adım 2. i'nin atanabileceklerinden yeni bir ekipman (s diyelim) al.

Adım 3. r_i kazancını hesapla.

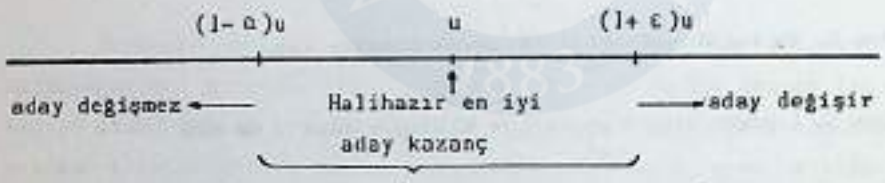
Adım 4. Eğer r1 >(1+ ε)* |şimdiye kadarki en büyük ilk aşama kazancı|
ise (1> ε > 0) Adım 7 ye git. Aksi halde Adım 5'i yap

Adım 5. Eğer r1 <(1- α)* |şimdiye kadarki en büyük ilk aşama kazancı|
ise (1 > α > 0) Adım 2 ye git. Aksi halde Adım 6'yı yap

Adım 6. r2 kazancını hesaplu
Eğer r1+r2 >(şimdiye kadarki en büyük iki aşamalı kazanç)
ise Adım 7'yi yap. Aksi haldı adım 2'ye git'

Adım 7. En büyük kazanç sağlayıcı değişikliği i'nin s'ye atanması olarak kaydet.
Adım 2 yu da Adım 1'den uygun olanına git.

ε ve α alternatif atamaların elemesi için kritik yüzdeleri ifade ederler. Bu durum bir eksen üzerinde gösterilebilir.



İlk aşama kazanç değerlendirmesi
yetersiz

ÖRNEK UYGULAMA

Önerilen yaklaşımın çok küçük ölçekli bir uygulaması 3 dönem, 5 ekipman (veya imalat hücresi) ile 20 operasyon tanımlanarak yapılmıştır.

Örnekte

a. Operasyonların yürütülebileceği ekipman,
b. Atanaların maliyetleri
c. Operasyon çiftleri arasındaki etkkileşim maliyetleri

rassal olarak türetilmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Her üç dönemde de bir operasyonun

. % 5 olasılıkla bir ekipmanda (1 No.lu)
. % 20 " iki " (1-2 No.lular)
. % 35 " üç " (1-2-3 No.lular)
. % 35 " dört " (1-2-3-4 No.lular)
. % 5 " beş " (1-2-3-4-5 No.lular)

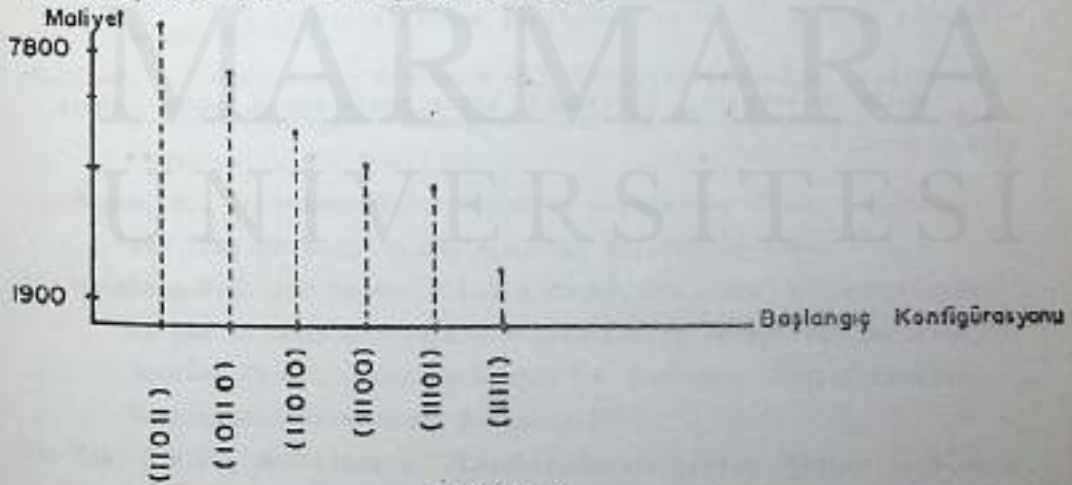
yapılabileceği benimsenmiştir.

Ekipmanların gerçek (reel) fiyatlarında her dönem %2 lik düşüş olacağı varsayılmıştır. Kullanılmış ekipmanın satış fiyatı ilk fiyatının %85 i olarak alınmıştır.

Sonuçlar, ekipmanın alım fiyatları ile atamaların maliyetleri arasındaki ilişkiye bağlı çıkmaktadır.

Alım fiyatlarının görece yüksek olduğu durumda başlangıç konfigürasyonu aynen korunmakta, fiyatlar operasyon atama maliyetlerine yaklaştıkça dönemsel değişikliklere gidilmektedir.

Değişik başlangıç konfigürasyonlarına göre bulunan en iyi toplam maliyetler Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2

Başlangıç konfigürasyonlarının gösterimimde seçilen 0-1 değerli vektörlerde kullanılabilecek 5 ekipmanın konfigurasyonda bulunup bulunmadığı anlaşılmalıdır. Ekipmanlar, en çok operasyon yapabilenden en aza doğru sıralanmıştır.

Bütün ekipman tiplerinin mevcut olduğu konfigurasyonun en düşük maliyeti vermesi beklenen bir sonuçtur. Ancak, kendisine en yakın maliyetin yaklaşık ikibuçukta biri kadar oluşu operasyonların alternatif ekipmanlararası atanma biçimine olan maliyet duyarlığındandır.

SONUÇ

Otomasyona geçişin teçhizat alım yönünü en yakından ilgilendiren konulardan biri zaman içindeki operasyonel değişikliklerin maliyetidir. Bu çalışma operasyonların teçhizat üzerinde etkileşimlerinin yüksek maliyetli etkileri olması durumunda ilgili kararlara ışık tutmaya yönelmiştir.

Operasyonların kapasite ihtiyaçları ve bir operasyonun değişik uygulama zamanlarında teçhizat arasında bölüşülebileceği ihmal edilmiştir.

Ayrıca, otomasyona geçişte arzu edilen bir husus da mümkün olduğunca alternatif imalat güzergahı sunabilmesidir.

Bütün bu konular, ilerideki araştırmalarımıza konu olmaya aday olacaktır.

1. Chakravarty, A.K. and Shtub, A., New Technology Investments in Multistage Production Systems, Decision Sciences, Cilt 16, 1985 sayfa 248-264.

2. Fine, C.H. and Freund, R.M., Economic Analysis of Product-Flexible Manufacturing System Investment Decisions, Working Paper 1757-86, Sloan School of Management M.I.T, March 1986.

3. Gaimon, C., An Impulsive Control Approach to Deriving the Optimal Dynamic Mix of Manual and Automatic Output, European Journal of Operations Research, Cilt 24, 1986, sayfa 360-368.

4. Gaimon, C., The Optimal Acquisition of Automation to Enhance the Productivity of Labor, Management Science, Cilt 31, No.9, September 1985, sayfa 1175-1190.

5. Gaimon, C., The Acquisition of Automation Subject to Diminishing Returns, IIE Transactions, Cilt 17, No.2 June 1985, sayfa147-156

6. Groover, M.P., Automation Production Systems, and Computer Aided Manufacturing, Printice Hall, New Jersey, 1980.

7. Hinomoto, H., Capacity Expansion with Facilities Under Technological Improvement, Management Science, Cilt 11, No.5, March 1965.

8. Klincewicz, J.G. and Kuss, H., Optimal Timing Decisions for the Introduction of New Technologies, European Journal of Operations Research, Cilt 20, 1985, sayfa211-220.

9. Kusiak, A., The Production Equipment Requirements Problem, International Journal of Production Research, Cilt 25, 1987, sayfa 319-325.

10. Luss, H., Operations Research and Capacity Expansion Problems:A Survey, Operations Research, Cilt 30, No.5, September, October 1982, sayfa 907-947.

11. Manne, A., Investments for Capacity Expansion: Size, Location, and Time Phasing, Combridge, MA: MIT Press, 1967.

12. Monahan, G.E. and Smunt, T.L., A Markov Decision Process Model of the Automated Flexible Manufacturing Investment Decision, Working Paper, Graduate School of Business Administration, Washington University, December 1985.

13. Yao, D.D.W., Modelling a Flexible Manufacturing System With a Recicunlating Conveyor and Limited Local Storages, Working Paper, Dept. of Industrial Engineering, Univ.of Toronto, 1984.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

BİR BAKIM PLANLAMASI PROBLEMİNE DİNAMİK PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Yrd.Doç.Dr. Aykut TOP
Marmara Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

ÖZET

Bu bildiride, genel olarak işletmelerdeki bakım faaliyetlerinin yeri ve önemine değinildikten sonra sivil havacılıktaki uygulamalardan bahsedilmektedir.THY'de ki mevcut bakım uygulamalarından yola çıkılarak,bakım planlaması sorunu ele alınmıştır.Problem Dinamik Programlama tekniğinin uygulama nedenleri açıklanarak soruna uygun bir model geliştirilmiştir.
Verilerin saptanması ve model de kullanılan varsayımlardan sonra modelin işleyiş şekli, kullanılan değişkenler ve denklemler açıklanmaktadır.Bu amaçla hazırlanan bilgisayar programından da kısaca bahsedilerek elde edilen sonuçlar irdelenmektedir.

1. Bakım Faaliyetlerinin İşletme İçindeki Yeri ve Önemi

Endüstriyel faaliyetlerin gün geçtikçe karmaşıklaşması ve mekanizasyondaki sürekli ilerlemeler zayıf bir bakım yönetiminden doğan zararların artmasına neden olmaktadır. Bakım faaliyetleri diğer işlemler gibi tekrar eden özelliğe sahip değildir ve maliyetlere etkisi de doğrudan görülememektedir. Bu nedenle, genellikle üretim ve bakım işlemlerini üstlenmiş olan üretim yöneticileri bakım konusuna gereken ağırlığı vermemektedirler. Ülkeniz endüstrisinde bugüne kadar büyük ölçüde ihmal edilmiş olan bakım faaliyetlerinin karar alma aşamasında matematik modellerden yararlanma eğilimi her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bakım faaliyetleri tüm üretim sistemini veya bir bölümünü işletme yönetimi tarafından belirlenen kabul edilebilir bir sınır dahilinde tutmak için yapılan faaliyetlerin tümü olarak tanımlanabilir [5].

Uygulanan bakım faaliyeti türlerini plansız ve planlı bakım olmak üzere iki ana bölümde ele almak mümkündür. Plansız bakım, işletmede bozulan parçaları tekrar çalışır hale getirmek amacı ile yapılan onarım ve değiştirme işlemleridir [6]. Planlı bakım, çalışma anında ortaya çıkabilecek arızaları azaltmaya, bakım ekiplerinin, malzeme ve donatımın verimliliğini arttırmaya yönelik planlama kontrol ve kayıt işleri için gerekli tüm faaliyetleri kapsamaktadır [8] [10].

2. Sivil Havacılıkta Bakım Yönetimi

Sivil havacılıkta planlı bakım, çalışma sırasında ortaya çıkacak arızaların hayati önem arzetmesi nedeniyle çok özel bir öneme sahiptir. Bakım faaliyetleri, hem bakım giderlerinin büyük boyutlara ulaşması, hem de sağladığı yakıt tasarrufu ile maliyetleri de büyük ölçüde etkilemektedir.

Havacılıkta, planlı bakım için kabul edilmiş uluslararası standartlar vardır. Bunlar A, B, C ve D bakım tipleri olmak üzere dört grupta toplanır [1]. Bu bakımlar standart olmakla birlikte, iş emirleri ve bakım aralıkları havayoluna göre değişebilmektedir. Uçak imalatçıları işletmeci şirkete, kullanma koşullarını ve bakım imkanlarını göz önünde bulundurarak tavsiyelerde bulunur. İmalatçı şirketlerin çalışmamızda uygulama alanı olarak seçilen Türk Hava Yolları (THY) için uygun gördükleri uçak cinslerine göre bakım aralıkları ve kabul edilebilir tolerans payları Tablo 1'de görülmektedir. Burada görülen değerler blok uçuş saati* veya hizmete hazır olduğu gün cinsinden verilmiştir. Uçaklar hergün üzerlerine uçtukları blok saatlerinin işlendiği kartlar yardımıyla bakımı hazırlanırlar.

Temizlik, yağlama gibi basit bakım işlemlerinin yapıldığı A-tipi bakımın gece saatlerinde dahi gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu yüzden bakım planlaması açısından A-tipi bakım herhangibir sorun yaratmamaktadır. Genellikle sorun çıkaran bakım tipi olarak görülen

* Blok uçuş saati : Uçağın motorlarını çalıştırmasından uçuşunu bitirip indiğinde motorlarını durdurmasına kadar geçen zamana "blok uçuş süresi" denir [4].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

	A	B	C	D
DC - 9	100 14 Gün	400±50	1200±100 -50	1200±1000 -500
DC - 10	-	275±25 -50	-	12000 6000 20000 ± 250 24000 20000
B - 727	110 14 Gün	550 ± 50	-	1.4000±3000 -500
F - 28	100 14 Gün	600 ± 25	-	9000±600
B - 707	Günlük bakım	175 ± 50	-	6000

Tablo 1 - Uçaklara Uygulanan Bakımların Cinsi ve Periyotları

Kaynak : "Airline Maintenance Inspection Intervals", Renton, Washington ,198-

B-tipi bakım planlamada öncelikle dikkate alınmaktadır. Bu tip bakımda malzeme gideri çok olmamakla birlikte her defasında farklı parçaların kontrol ve değiştirme işlemleri gerçekleştirilir. Sadece DC-9 tipi uçaklar için söz konusu olan C-tipi bakım, B-tipi bakım içinde ele alınmaktadır. En büyük bakım olan D-tipi bakım, ortalama beş sene gibi çok uzun aralıklarla yapılmaktadır. Bakım aralıkları gibi, toleransların alt ve üst sınırlarının da oldukça büyük değerlere sahip olması nedeniyle D-tipi bakım planlama açısından sorun yaratmamaktadır ve daha çok kış mevsiminde yapılması tercih edilmektedir.

Çalışmanın yapıldığı tarihte hizmetteki uçak tip, adet ve kapasiteleri tablo 2'de görülmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uçak tipi	Uçak adedi	Koltuk kapasitesi
DC-10	2	343
B-727	9	167
DC-9	9	115
F-28	2	65
B-707	2	189
DH-7	3	50

Tablo 2 - 1985 Mart ayında hizmette bulunan uçak tip, sayı ve kapasiteleri.

Kaynak : THY 3 Aylık Faaliyet Raporu, Araştırma Planlama ve Koordinasyon Başkanlığı, Nisan 1985.

3. Dinamik Programlama (DP) Tekniğinin Seçilis Nedeni

THY'da mevcut bakım planlaması Gantt Diyagramları yardımıyla aylık programlar şeklinde hazırlanmaktadır. Bu, halen elle yapılan, zaman kaybına sebep olan ve uçak sayısının artmasıyla da uygulanması imhale gelecek bir yöntemdir. Havayolu işletmeciliğinde önemli bir sorun olan uçak bakım planlaması, THY için de mevcut sistemin değiştirilerek, önemli ölçüde tasarruf sağlayacak çağdaş bir sisteme geçilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu uygulamada (DP) tekniği kullanılarak hazırlanan bir bilgisayar programı ile mevcut uygulamayı kalite ve zaman açısından geliştirecek ve toplam maliyeti düşürecek yeni bir yaklaşım amaçlanmıştır.

Sistemin, bir kararlar dizisinin sözkonusu olduğu çok aşamalı bir karar modeline sahip olması ve kısıtlamalarla oluşan yapısının, başlangıç durumundan başlayarak son duruma kadar, karar değişkenleriyle etkilenen bir dizi değişimlerle tanımlanabilir olması, çözümün (DP) ile aranmasına neden olmuştur [7] [11]. Bu teknik, özellikle büyük sayıdaki değişkenlerin kesikli ve tam sayı olması istenen problemlerde başarıyla uygulanmakta olup, hesaplamaları bilgisayar çözümüne elverişlidir [7]. Çok aşamalı bir kararlar işleminin, bir dizi tek aşamalı problemlere dönüşümü şeklinde özetlenebilecek (DP)'da dönüşüm Bellman'ın [3] "Optimalite prensibine" dayanır. Bu prensibe göre : "Optimal kararlar seti, ilk durum ve karardan bağımsız, fakat ilk kararın yarattığı duruma bağlı olarak, geri kalan kararların optimal bir politika oluşturacak özelliğe sahiptir". Tekniğin yapısının

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

bu esnekliği, Türkiye'nin ve buna bağlı olarak THY'nın hızla değişen yapısı göz önünde tutulursa, ileride verileri değiştirmek suretiyle daha farklı süreler ve koşullar için programlar elde etmenin avantajını da birlikte getirmektedir.

3. Verilerin Saptanması

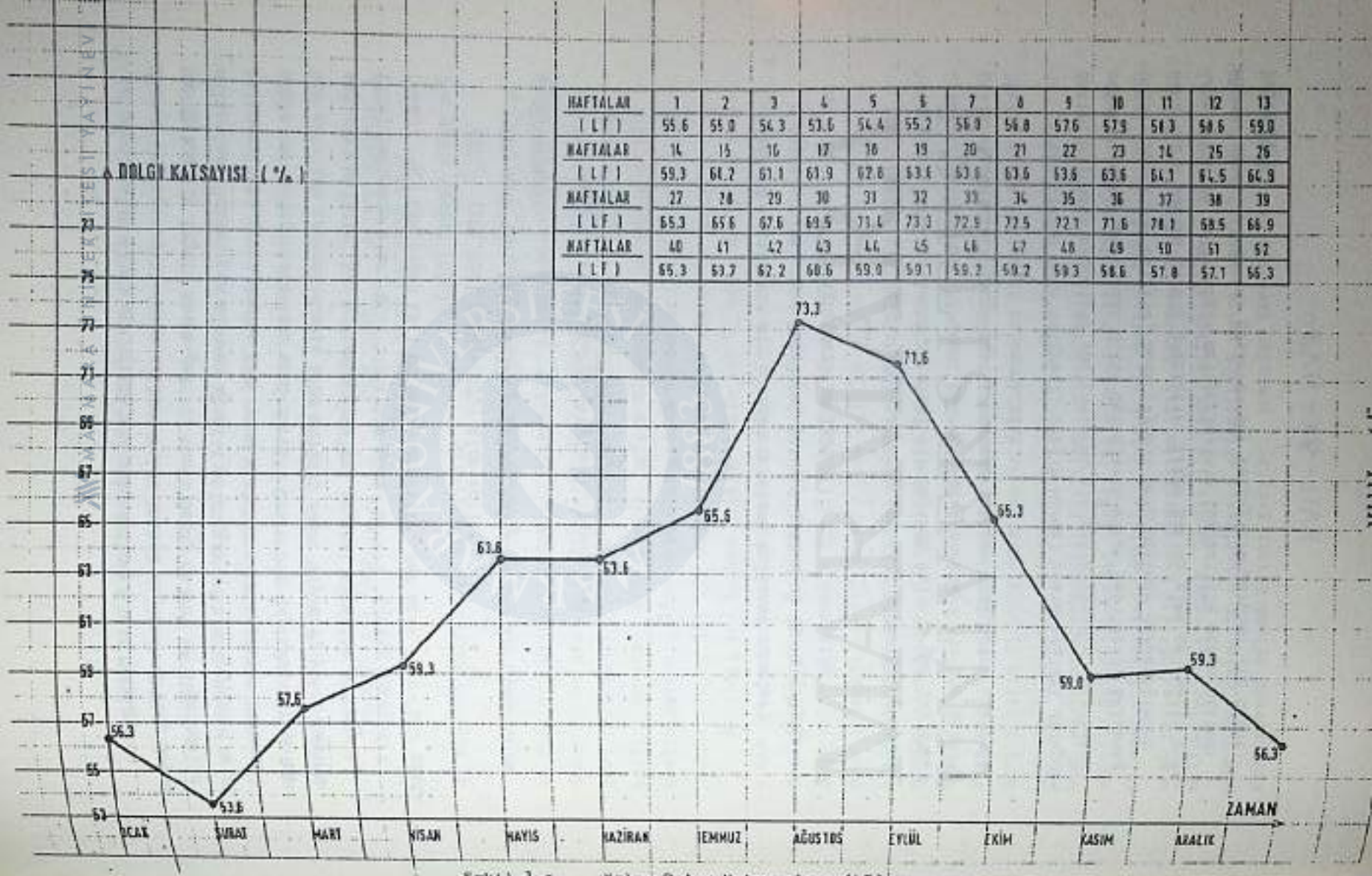
Uçaklar yaşlarından bağımsız olarak, tablo 1'de verilen sürelerin alt ve üst sınırları içinde bakıma alınmaktadır. Optimizasyon işleminde, her uçak için bu sınırlar içinde bakıma alma tarihini saptarken, toplam maliyetin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Toplam maliyet, uçağın bakıma alınması ile ortaya çıkacak, ortalama bakım maliyeti, gelir (fırsat) kaybı maliyeti ve erken bakıma alma maliyetlerinin bir sene içindeki toplamlarından oluşmaktadır. Ortalama bakım maliyeti, işçilik ve malzeme giderlerinden oluşur. Her tip uçak işçilik ve malzeme giderlerinden oluşur. Her tip uçak için B-tipi bakımda harcanan ortalamaadam-saat miktarları, THY'da bir adam saat için ödenen ortalama direkt işçilik gideri ile çarpılarak ortalama bakım işçilik gideri bulunur. Bugüne kadar ki tecrübelerden, B-tipi bakım için harcanan malzeme ve donatım tutarının işçilik giderlerine eşit olduğu saptanmıştır. Böylece her tip uçak için, iki maliyetin toplanmasıyla, ortalama bakım gideri (AOC) bulunmuş olur.

Gelir kaybı maliyeti; uçağın bakıma alınmamış olması halinde elde edilecek getiriden direkt işletme giderlerinin çıkarılmasıyla elde edilir. Bu maliyet büyük ölçüde zaman unsurundan etkilenmektedir. Talebin fazla olduğu sezonda uçaklar dolu uçmakta, dolayısıyla bakıma alma halinde gelir kaybı yüksek olmaktadır. Geçmiş dört senenin sonuçlarının ortalamaları alınarak bulunan haftalara göre dolgu katsayıları (LF)* şekil 1'de görülmektedir.

Her hafta ve her uçak tipi için bulunacak olan bir saatlik getiri üç faktörün çarpımıyla elde edilir. Bu faktörler, dolgu katsayısı (LF), uçak kapasitesi (UK) ve bir saatte bir yolcu başına sağlanan

* Bir uçakta, herhangi bir uçuşta taşınan yolcu sayısının tertiplenis durumuna göre taşıyabileceği yolcu sayısına oranına "Yolcu Dolgu Katsayısı" denir.

HAFTALAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(LF)	55.6	55.0	54.3	53.6	54.4	55.2	56.0	56.8	57.6	57.9	58.3	58.6	59.0
HAFTALAR	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(LF)	59.3	60.2	61.1	61.9	62.8	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	64.1	64.5	64.9
HAFTALAR	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
(LF)	65.3	65.6	67.6	69.5	71.4	73.3	72.5	72.5	72.1	71.6	70.1	68.5	66.9
HAFTALAR	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
(LF)	65.3	63.7	62.2	60.6	59.0	59.1	59.2	59.2	59.3	58.6	57.8	57.1	56.3



Şekil 1 - Yolcu Dolgu Katsayıları (LF)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ortalama gelir (YSG) dir. (YSG)'nin bulunabilmesi için önce yolcu başına sağlanan gelir elde edilir. Yolcu başına sağlanan gelir; doğrudan yolcu ile ilgili bilet geliri, fazla bagaj geliri ve diğer gelir miktarları toplamının taşınan ücretli yolcu sayısına bölünmesi ile bulunur. Daha sonra, toplam blok uçuş saatinin uçuş sayısına bölünmesiyle her seferin ortalama uçuş süresi, başka bir deyişle, bir yolcunun ortalama seyahat süresi elde edilmiş olur. Böylece, yolcu başına sağlanan gelirin, bir yolcunun ortalama seyahat süresine bölümüyle, (YSG) bulunmuş olur. Uçak tiplerine göre direkt işletme giderleri (DIG), "TL" cinsinden Ek 1'de hesaplanmıştır. Her uçak için "bir saatlik gelir kaybı" (GEL):

(GEL) (LF).(UK).(YSG)-(DIG) elde edilir.

Her uçak tipi için günlük ortalama kullanım saatleri tablo3'de görülmektedir.

Uçak tipi	Günlük ortalamakullanım saati
DC-10	5
B-727	6
DC-9	6
F-28	5

Tablo 3- Uçakların bir gündeki ortalama kullanım süreleri

Kaynak : THY, Uçuş Dataları, Bakım Planlama ve İş Hazırlama Müdürlüğü, Haziran 1985.

Bir uçağın bakıma alındığı takdirde kaç saat hizmetten yoksun kalacağı, günlük kullanım süreleri ile bakımda kaldığı gün sayısının çarpımı ile bulunur. Bulunan, bakımda kalma süreleri ile bir saatlik gelir kayıplarının çarpılması sonucunda ise her uçak için, aranan "Gelir Kaybı Maliyeti" bulunmuş olur.

Erken bakıma alma maliyeti, uçağın normal bakım aralığı dolmadan bakıma alınması nedeniyle yüklenilecek bir çeşit cezadır. Bir bakımı erken yapmak, takip eden bütün bakımların erken yapılacağı anlamına gelir. Başka bir deyişle, uçak faydalı ömrü boyunca gerektiğinden daha fazla bakıma girmiş olacaktır. Erken bakıma alma maliyeti; ortalama bakım ve gelir kaybı maliyetlerinin toplamı ile erken bakıma alınma süresi miktarını gösteren bir katsayının çarpımı ile orantılıdır [2].

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uçakların, alt ve üst sınırlarıyla bakıma alınma peryotları hafta cinsinden Ek 2'de verilmektedir. Hafta cinsinden bakıma alma peryotları, tablo 1'de saat cinsinden verilen peryotları, tablo 3'deki günlük uçuş saatlerine bölerek güne ve 7'ye bölerek haftaya çevrilmesi yoluyla bulunmuştur. Bütün uçaklar için en fazla bir hafta erken bakıma almak söz konusu olduğundan aşağıda görülen formülle her tip uçak için sabit bir erken bakıma alma katsayısı bulunmuştur.

$$\text{Erken Bakıma Alma Katsayısı (ALFA)} = \frac{\text{Uçulabilecek max. blok saat} - \text{Erken bakıma alınma zamanı}}{\text{Uçulabilecek max. blok saat}}$$

4. Modelde Kullanılan Varsayımlar

Modelde tablo 2'de görülen uçak tiplerinden DC-10, B-727, DC-9 ve F-28 tip uçakların tümü alınmıştır. B-707 uçakları sadece yük taşımada ve özel kira seferlerinde kullanılmakta, düzgün uçuş rejimleri bulunmamaktadır. DH-7 uçakları ise normal tarifeli seferlerde kullanılmamakta, daha ziyade, sefere çıkamayacak durumda olan bir uçağın yerine kullanılmak üzere yedek olarak bekletilmektedir. Bu nedenlerle bu iki tip uçak modele sokulmamıştır.

Modelde, söz konusu uçakların bir yıl içindeki B-tipi bakımlarının programlanması amaçlanmıştır. Bakımların yoğun olan hafta sonu trafiğinden sonra Pazartesi günü başlatılacağı ve uçak tipine göre değişimler göstermekle birlikte en geç bir haftada hizmete hazır duruma geleceği varsayılmıştır. Her uçak ve bakım türü ayrı ekiple başlandığından birden fazla uçağın bakımına aynı anda başlanılması mümkün olmaktadır. Yaklaşık 9 sene önce hizmete giren yeni hangar ve tesisler, THY'nın gelecekte göstereceği büyümesi göz önüne alınarak inşa edilmiş olduğundan, mevcut uçak sayısından daha fazla sayıda uçağın bakım işlemlerinin yapılabileceği kapasiteye sahiptir. Bu nedenlerle modelde, ilk aşamada, bir haftada bakıma alınabilecek uçak sayısına herhangibir kısıtlama getirilmemiştir. Bu şekilde yapılan optimizasyondan sonra, beklenmeyen arızalardan dolayı oluşabilecek yığılmalarda dikkate alınarak bir haftada bakıma alınabilecek uçak sayısı "5" ile sınırlandırılmıştır. Böylece, bulunan sonuçların, maliyetleri açısından, önceki ile karşılaştırılabilmesi de mümkün olmuştur. Kapasite kısıtlaması eklendikten sonra, uçakların bilgisayar programında işleme alınış sıraları sonuçlar üzerinde farklılık yara-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

tabilecektir. Bu nedenle, uçakların işleme giriş öncelikleri, büyük kapasiteli uçaklardan küçüğe doğru sıralanmıştır. Büyük kapasiteli uçaklara tanınan öncelik, bu uçakların toplam maliyete etkilerinin daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır.

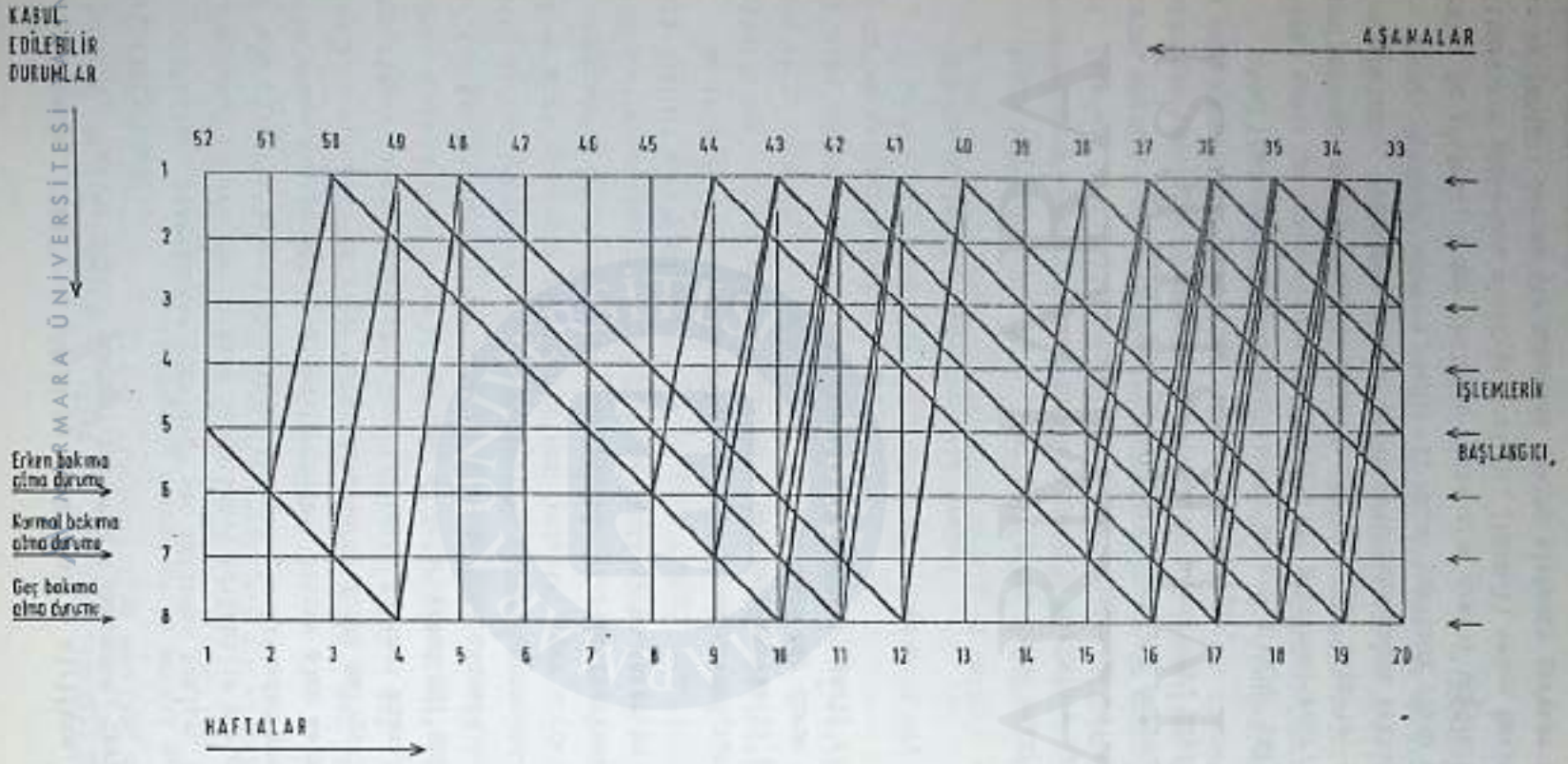
Modelde, uçağın uçabileceği maksimum süreyi doldurduktan sonra, bakıma alınmadan önce bekletilme seçeneği göz önüne alınmamıştır. Bunun nedeni de, kapasite yeterli olduğu halde, uçağı bekleterek hizmetten alıkoymanın gereksiz bir fırsat kaybı maliyetine yol açacağı ve şu andaki uygulamada da böyle bir durumun söz konusu edilmemesidir.

5. (DP) Modelinin Kurulması

Her uçak birbirinden bağımsız ele alınarak (DP) ile optimum çözüm aranacaktır. Uçakların başlangıç durumu veri olarak bilindiğinden çözüm işleminde "Geriye doğru" yöntemi seçilmiştir [9].

Örnek olarak, bir DC-10 uçağı alınmış ve yalnız 20 hafta için bu uçağın, takip edilebilecek çeşitli politikalar sonucu, alabileceği kabul edilebilir durumlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Uçağın, planlamanın başlatıldığı tarihte başlangıç durumunun "5" olduğu, başka bir deyişle, son bakıma girdiği tarihten sonra beşinci hafta içinde olduğu görülmektedir.

Uçağın beşinci haftada bakıma alınması söz konusu olmadığı için, ikinci haftada 6. duruma gelinmiştir. İkinci haftada iki seçenek vardır: Erken bakıma almak veya bakıma almamak. Erken bakıma alma halinde 3. haftada uçak tekrar başa dönerek birinci duruma gelecektir. Bakıma alınmama halinde ise, uçak bir sonraki haftaya durum değişkeni bir artarak girecektir. Bakıma alınmama halinde, 3.haftada tekrar iki seçenekle karşı karşıya kalınacaktır. Bu haftada da bakıma alınmama seçeneği takip edilirse, 4. haftada 8. duruma gelinmiş olacak ve bu durumda tek seçenek olan bakıma alma kararı uygulanmak zorunda kalacaktır. Böylece, her geçen hafta ile yeni seçenekler ortaya çıkabilecek ve her seçenek menzil sayısını arttıracaktır. Şekilde, olayların aynı biçimde devam etmesi nedeniyle, zaman ekseni 20. haftada kesilmiştir.



Şekil 2. Bir DC-10 Uçağının olabileceği kabul edilebilir durumların şematik gösterimi.

Gerçekte, olayların gidişi bu yönde olmakla birlikte, çözüm işlemleri, "Geriye Doğru" yöntemi seçilmiş olduğundan, ters yönde gerçekleşmektedir.

İşlemler, planlamanın yapıldığı son haftadan başlar. Birinci aşama kabul edilen son haftada bütün kabul edilebilir durumlar tek tek ele alınarak aşama maliyetleri bulunur. Bu haftadan sonra işlemlerin devam etmeyeceği kabul edildiğinden, bakıma alma mecburiyeti olan 8. durum dışında diğer bütün durumlarda aşama maliyetleri, bakıma alınama kararı karşılığı olan, sıfırdır. Birinci aşamadan sonra ikinci aşamaya geçilir ve bu aşamada da bütün kabul edilebilir durumlar tek tek incelenir. Her durum için, o durumda alınabilecek kararların karşılığındaki aşama maliyetlerine, kararın sonucunda oluşacak gelecek aşamadaki durumun maliyeti eklenir. Eğer birden fazla seçenek varsa bu seçeneklerin maliyetleri karşılaştırılarak, içlerinden minimumu seçilir ve minimum maliyeti veren karar bu durum için optimal kararı oluşturur.

Bu şekilde, her aşamada bütün durumlar incelenerek son aşamaya gelinir. Son aşamada bilinen başlangıç durumu (örnekte "5") yerine konarak bu defa ileriye doğru gidilir. Daha önce her durum için bulunmuş olan optimal kararlardan yararlanarak optimal menzil çizilir ve toplam maliyet bulunmuş olur.

5.1. Modelde Kullanılan Değişkenlerin Tanımı

Aşama değişkeni, t = 1, ..., NT aralığında zaman vektörü olarak tanımlanmış ve herbiri bir hafta süren kesikli birimlere ayrılmıştır. Planlama süresi bir sene olarak hedeflendiğinden (NT=52) olmaktadır. Ancak bir sene sonunda faaliyetlerin durmayıp devam edeceği gözönünde tutularak, program iki sene için işletilmiş, böylece, "sonlu dizi kararların" yarattığı sakınca önlenmiştir.

X ile ifade edilen durum değişkeni, en son girdiği bakım tarihinden sonra geçirmiş olduğu hafta sayısını göstermektedir. Her uçak tipi için durum değişkeninin alabileceği en büyük değerler Ek.2'de görülmektedir. Programda, durum değişkenlerinin tanım aralığı; X = 1, ... NOTM, NOTM+1, NOTM+2, MAINT şeklinde ifade edilmektedir. Bu ifadede, 1'den (NOTM)'e kadar olan aralık uçağın bakıma alınmasının sözkonusu olmadığı aralığı, (NOTM+1) erken bakıma almanın ve (MAINT) durumu ise muhakkak bakıma alınması gereken son sınır durumunu göstermektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ ARŞİVİ

Karar değişkeni, herhangi bir hafta için uçağı bakıma almak veya almamak şeklinde belirlenmiştir. D=1 hali uçağın bakıma alınmasını, D=2 ise bakıma alınmamasını göstermektedir.

Sistem denklemleri, oluşacak durumu, bir önceki aşamadaki durum ve alınan kararın bir fonksiyonu olarak gösterir. Modelde sistem denklemleri;

D(t) = 1 ise X(t+1) = 1
D(t) = 2 ise X(t+1) = X(t) + 1

şeklinde ifade edilmektedir.

Maliyetlerin minimizasyonunun sözkonusu olduğu yineleme denklemlerinde, aşama getirileri girdi durumunun ve kararların fonksiyonlarıdır.

(t) Aşamasında karşılaşılacak aşama getirileri; bakıma almama halinde, r_t =r(X,2) = 0 erken bakıma alma halinde, r_t=r(NOTM+1,1) =(1+ALFA)(GEL(t)+AOC normal veya geç bakıma alma halinde, r_t= r(NOTM+2,1) = r(MAINT,1) = GEL(t)+ AOC şeklinde belirlenir.

Buradan, yineleme denklemi ;

$I_t = \min(r_t + I_{t-1})$ şeklinde ifade edilebilir.

5.2. Bilgisayar Programının İşleyişi ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Ek 3'de görülen bilgisayar programının genel yapısı içinde, dinamik programlamanın işleyişi Ek 4'de verilen akış diyagramına uygun olarak çalışmaktadır. Bilgisayar programının FORTRAN kodlaması ise Ek 5'te verilmiştir.

İki bölümden oluşan (DP) çözüm işlemlerinin birinci bölümünde; son dönemden başlayarak geriye doğru aşama aşama gelinir ve her aşamada bütün mümkün durumlar için alınması gereken karar ve kümülatif maliyetler belirlenir. Bu işlemler, bilgisayar programının "Karar Alt programında" gerçekleştirilmektedir.

Uçağın zamanından önce bakıma alınmasını önlemek veya son bakıma alma tarihinde bakıma almama seçeneğini yok edebilmek için, sözkonusu durumlarda maliyetlere "BIGM" olarak adlandırılan çok büyük bir sayı eklenmiştir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Minimum maliyeti secebilmek amacıyla seçeneklerin karşılaştırılabilmesi için üç boyutlu bir matriksden yararlanılmıştır. SP(X,M,T) şeklinde olan maktriksde "X" ve "T", karşılastırılması yapılan durum ve aşamayı göstermektedir. "M", 1'den 4'e kadar değer alabilmekte olup, (1) bakıma alma kararını, (2) almama kararını, (3) en iyi kararın maliyetini, (4) ise en iyi kararı göstermektedir.

"OPTIMUM Alt Programında" ise, (DP) çözüm işleminin ikinci bölümü olan; baştan sona doğru giderek, optimun kararların ve maliyetlerin belirlenmesi gerçekleştirilir. Bu alt programda işlem, her uçağın bilinen başlangıç durumlarının programa sokulmasıyla başlar. Planlamanın başlatıldığı tarihte, her uçağın en son girdiği bakımdan sonra kaç hafta geçirmiş olduğunu gösteren bu parametre, programda "LASTST" olarak belirtilmektedir.

Birinci bölümde aşama değişkenlerinin sondan başa doğru numaralandığı programın, bu bölümünde, çevrim ters çevrilerek, aşama numaraları normal zaman haftalarının numaralarına eşit hale getirilir.

"KARAR" alt programında, her aşama için bütün mümkün durumlarda alınacak en iyi kararlar belirlenmiş ve bu değerler hafızada saklanmıştı. Bu kararlar yardımıyla, birinci haftadan başlanarak aşama aşama ilerlenir ve son haftaya kadar olan optimal kararlar dizisi bulunur. Ana programda, her uçağın hangi haftalarda bakıma alınacağı ve bu politikanın oluşturacağı maliyetlerin toplamı yazdırılır. Elde edilen sonuçlar Ek 6'da tablo halinde gösterilmektedir.

Programın sonucunda, her uçak için optimal bakım programı ve başlangıç noktasından son bakıma erişinceye kadar karşılaşılacak toplam maliyetin minimum değeri bölünmüş olur.

Ek 6'daki tablo incelendiğinde, uçakların bakım için haftalara atanmaları normal sınırlar içinde olduğu ve ancak dört defa erken bakıma almanın öngörüldüğü saptanmıştır. Böylece, göreceli olarak uzun dönemli bir planlama sayesinde erken bakıma almanın yol açtığı aşırı maliyetten korunmak mümkün olmaktadır.

Bakım programı yıl içinde düzgün bir dağılım vermiş, belli haftalarda yığılmalar olmamıştır. Bunun tek istisnası 52. haftada görülmektedir. Bu haftada 9 uçağın bakıma alınması öngörülmüştür. Bundan sonraki en yüksek yoğunluk 5 uçak ile 29'uncu haftada olup, bu sayı mümkün sınırlar içinde kalmaktadır. 52. Haftanın yaz sezonuna rastlaması

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ve bakım faaliyetlerinin bir kısmının hangar dışında da yapılabileceğinin düşünülmesine rağmen, programa bir haftada bakıma alınabilecek uçak sayısını 5 ile sınırlayan kısıtlar eklenmiştir. Bu kısıtların eklenmesi sonucu elde edilen düzeltilmiş programın sonucunda yıl içinde daha düzgün bir bakım dağılımı sağlanmış, bunun karşılığında, kısıt eklenmeden elde edilen bakım politikasının "1.678.330,453.-TL" tutarındaki maliyeti, kısıt ilavesiyle "1.682.454.069.-TL" değerine yükselmiştir. Maliyetler arasındaki farktan, şu andaki mevcut filo için 6 uçaklık bakım kapasitesini 9 uçağa çıkarmanın kâr-zarar analizlerinde yararlanılabilir. Bu çeşit bir analiz imkanı, gelecekte de yatırım planlamalarında, kapasite genişletmek konusunda yapılan hesaplamalara ışık tutucu bir niteliğe sahiptir.

THY için geliştirilen bu model bakım faaliyetlerinin sözkonusu olduğu problemlerin dışında, bir dizi kararın alınması gereken diğer yönetim problemlerine de cevap vermesi nedeniyle birçok endüstri işletmesine uygulanabilir niteliktedir.

KAYNAKLAR :

1) Airline Maintenance Inspection Intervals, Renton, Washington, 1984.

2) BAUER, Hugo : "Near Optimal Long-term Scheduling of Aircraft Overhauls by Dynamic Programming", Deutsche Lufthansa A.G., Ekim, 1971.

3) BELLMAN, Richard: Dynamic Programming, 6.B., Princeton University Press, Princeton, 1972.

4) BUĞDAYCI, Hidayet: Uçak Performanslarının Uçak İşletme Karakteristiklerine Etkisinin Etüdü, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Makina Fakültesi Ofset Atölyesi, 1980.

5) CHRISTER, A.H., WHITELAW, J.: "An Operational Research Approach to Breakdown Maintenance: Problem Recognition", Journal of the Operational Research Society, Vol 34, No:11, 1983.

6) CUNNIGHAM, C.E., COX, W.: Applied Maintainability Engineering, John Wiley and Sons, NY, 1972.

7) DANO, Sven: Nonlinear and Dynamic Programming, Springer Verlay, NY, 1975.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

8) HOFFMANN, T.R.: Production: Management and Manufacturing Systems, 2.B., Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, 1967.

9) LARSON, R.E. : State Increment Dynamic Programming. American Elsevier Publishing Company. Inc., NY, 1968.

10) MANN, Lawrence Jr.: Maintenance Management. Lexington Books, D.C. Heath and Company, Lexington, 1978.

11) NEMHAUSER, George L.: Introduction to Dynamic Programming, John Wiley and Sons, Inc., NY, 1967.

12) TOP, Aykut: Dinamik Programlama Yaklaşımı ile Bakım Yönetimi: T.H.Y.'ında bir Uygulama, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 1985.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

	DC-10		B-727		DC-9		F-28	
	İÇ (₺)	DIŞ (₺)	İÇ (₺)	DIŞ (₺)	İÇ (₺)	DIŞ (₺)	İÇ (₺)	DIŞ (₺)
Yakıt Gideri	484.420.-	642.360.-	319.855.-	394.320.-	202.300.-	242.210.-	135.945.-	192.681.-
Konma konaklama	14.840.-	93.280.-	6.095.-	40.520.-	3.180.-	30.700.-	2.120.-	41.340.-
Üst Geçiş	11.660.-	43.060.-	8.480.-	25.705.-	7.685.-	22.260.-	7.420.-	18.020.-
Hava Emniyet	-	40.015.-	-	24.380.-	-	11.925.-	-	239.-
Handling	-	128.790.-	530.-	64.395.-	80.-	55.915.-	530.-	91.690.-
Ekip Otel yemek yevmiye	5.035.-	3.445.-	5.035.-	3.445.-	4.770.-	3.180.-	4.770.-	3.180.-
Kabin Ekibi Otel Yem.Yev.	18.815.-	5.035.-	9.540.-	2.385.-	7.155.-	1.855.-	4.770.-	1.325.-
Kabin Ekip Ücreti	27.825.-	27.825.-	14.045.-	14.045.-	10.600.-	10.600.-	6.890.-	6.890.-
B.Mesaj	-	2.835.-	-	2.835.-	-	2.915.-	-	5.830.-
Direkt Bakım	77.645.-	77.645.-	7.685.-	7.685.-	6.095.-	6.095.-	19.080.-	19.080.-
Uçak Amortisman	222.865.-	222.865.-	158.205.-	158.205.-	12.985.-	12 985.-	8.480.-	8.480.-
Uçak Sigortası	108.385.-	108.385.-	51.940.-	51.940.-	18.550.-	18.550.-	18.550.-	17.225.-
Ekip Ücreti	35.510.-	35.510.-	28.090.-	28.090.-	18.020.-	18.020.-	18.020.-	18.020.-
TOPLAM	1.007.000.-	1.431.000.-	609.500.-	821.500.-	291.500.-	437.250.-	225.250.-	424.000.-

- Direkt İşletme Gideri (DİG) : (İç para + Dış Para)

DC-10 : DİG = (1.007.000.- + 1.431.000.-) = 2.438.000.-₺

B-727 : DİG = (609.500.- + 821.500.-) = 1.431.000.-₺

DC-9 : DİG = (291.500.- + 437.250.-) = 728.750.-₺

F-28 : DİG = (225.250.- + 424.000.-) = 649.250.-₺

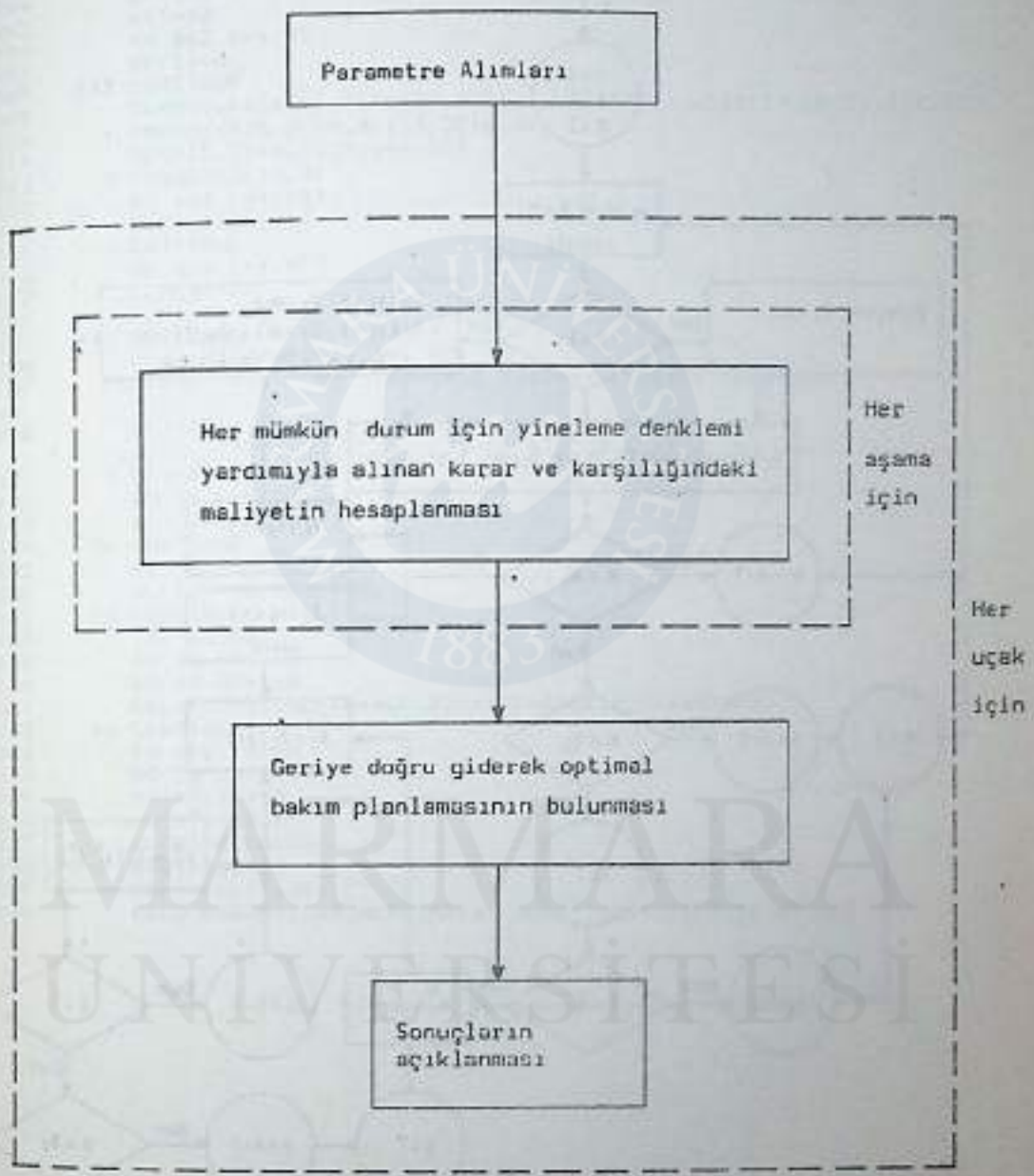
Ek 1 - Bir saatlik direkt işletme giderleri.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Uçak Tipi			Bakıma Alma Peryotları (Hafta)	
DC-10	:	$\frac{275}{5.7} = 7.86$	7	+1 Geç Normal -1 Erken
		$\frac{300}{5.7} = 8.57$		
		$\frac{225}{5.7} = 6.43$		
B-727	:	$\frac{550}{6.7} = 13.1$	13	+1 Geç Normal -1 Erken
		$\frac{500}{6.7} = 11.9$		
		$\frac{600}{6.7} = 14.3$		
DC-9	:	$\frac{400}{6.7} = 9.5$	9	+1 Geç Normal -1 Erken
		$\frac{350}{6.7} = 8.33$		
		$\frac{450}{6.7} = 10.71$		
F-28	:	$\frac{600}{5.7} = 17.14$	17	+1 Geç Normal -1 Erken
		$\frac{575}{5.7} = 16.43$		
		$\frac{625}{5.7} = 17.86$		

Ek 2 - B-tipi Bakımın Toleranslı Peryotları

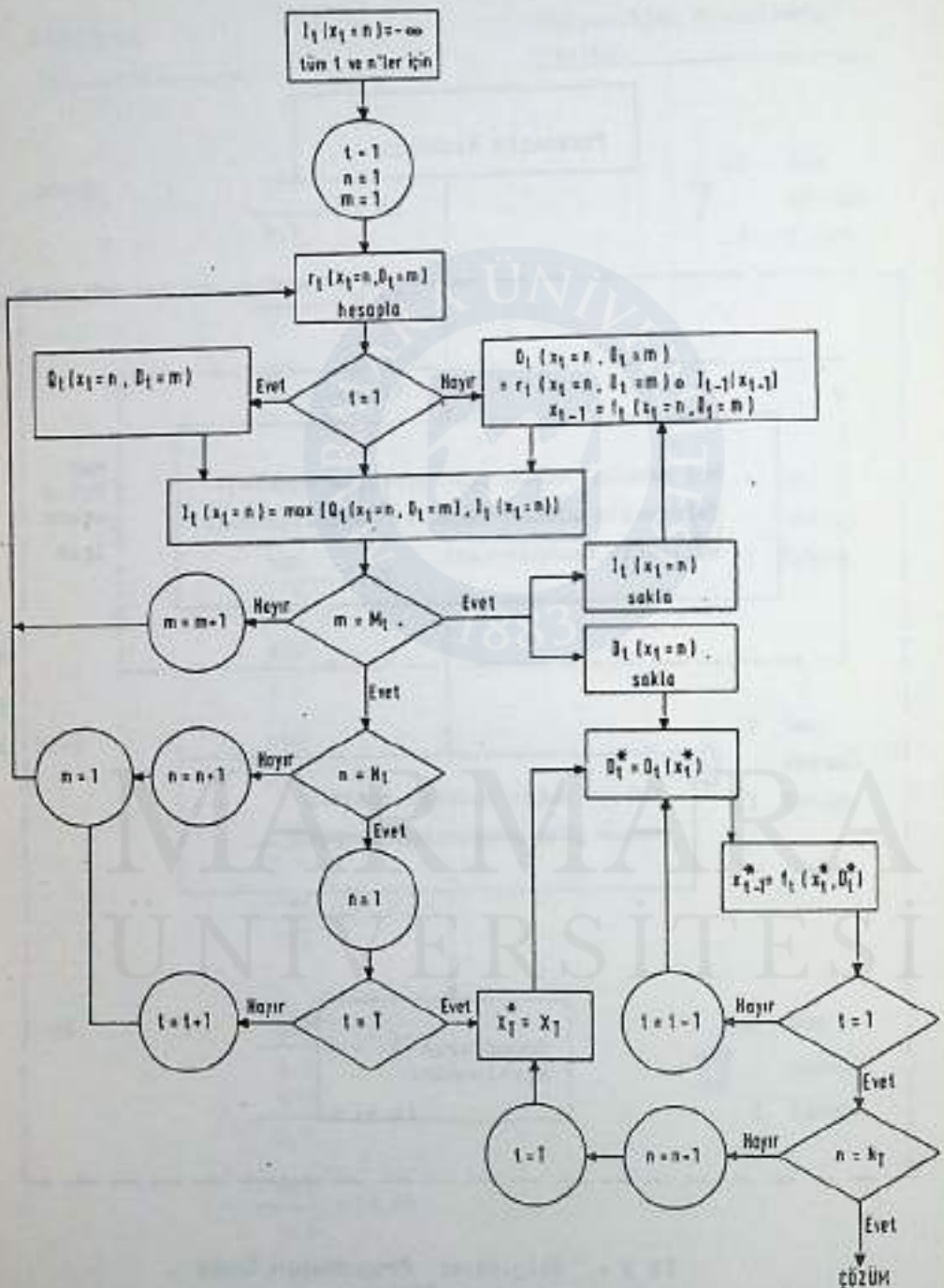
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ



Ek 3 - Bilgisayar Programının Genel Yapısı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Ek.4



Ek.4 - DP Akış Diyagramı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

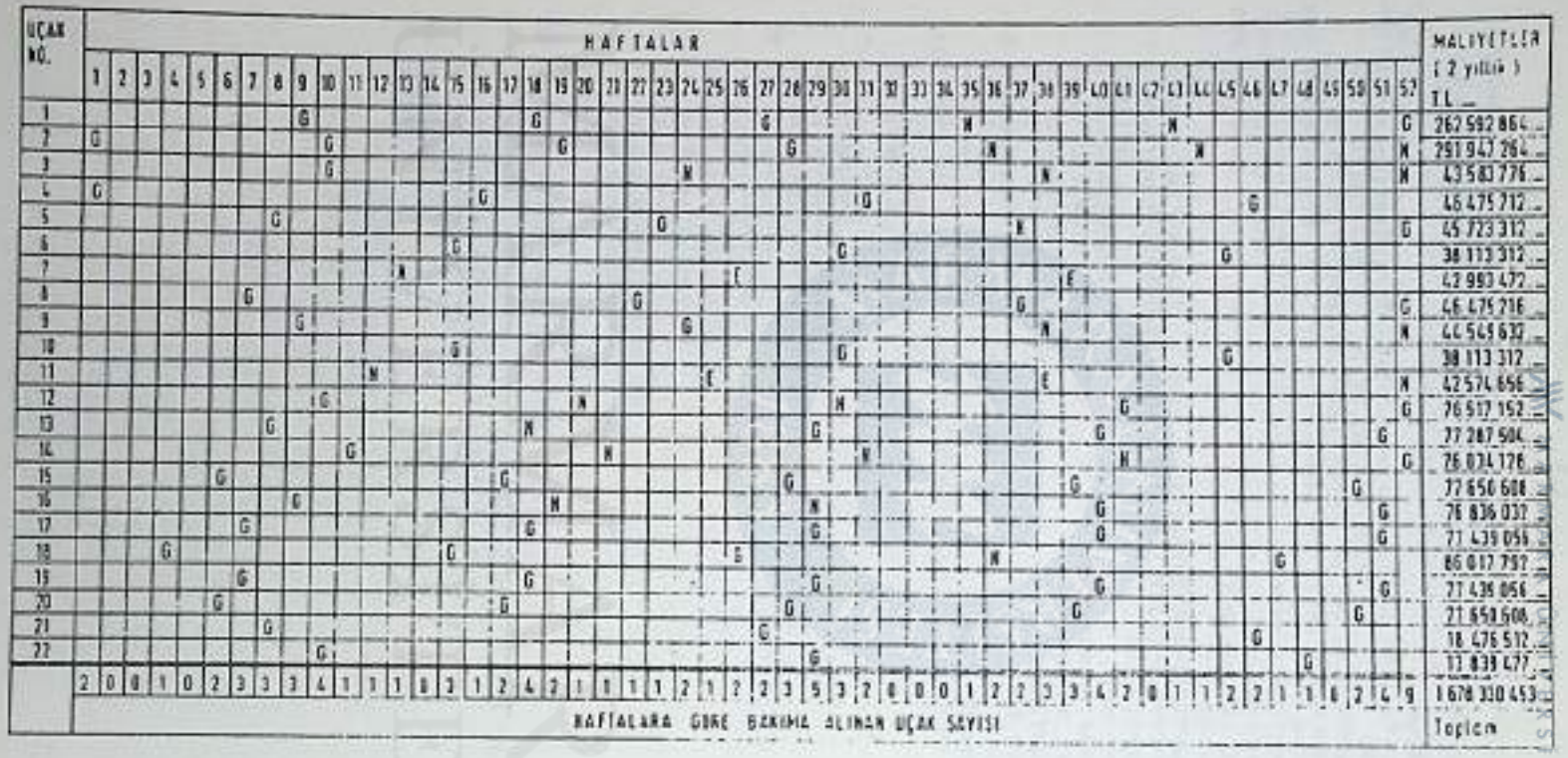
```
 DINP      FORTRAN  A1  F 80  TRUNC=72 SIZE=97 LINE=0 COLUMN=1
===)
00000 * * * TOP OF FILE * * *
      !...+....1....+....2....+....3....+....4....+....5....+....6....+....7.).
00001       DIMENSION K(22),ALFA(22),AOC(22),LASTST(22),GEL(22,104),JBAKIM(10)
00002      1,NP(104),SP(19,4,104),ALF(104),ADIG(22),UK(22),HM2(22),BIP(52)
00003       N=22
00004       NT=104
00005       NTT=52
00006       DO 442 I=1,NT
00007       NP(I)=0
00008   442 CONTINUE
00009       READ(5,1)(K(I),ALFA(I),AOC(I),LASTST(I),ADIG(I),UK(I),I=1,22)
00010     1 FORMAT(1I5,2F10.4,1I5,2F10.4)
00011       READ(5,2)(ALF(J),J=1,52)
00012     2 FORMAT(7F10.4)
00013       DO 443 L=1,NTT
00014       BIP(L)=ALF(L)
00015   443 CONTINUE
00016       DO 444 L=1,NTT
00017       LL=L+NTT
00018       ALF(LL)=BIP(L)
00019   444 CONTINUE
00020       READ(5,4)(HM2(I),I=1,22)
 DINP     FORTRAN  A1  F 80  TRUNC=72 SIZE=97 LINE=20 COLUMN=1
===)
00020       READ(5,4)(HM2(I),I=1,22)
      !...+....1....+....2....+....3....+....4....+....5....+....6....+....7.).
00021     4 FORMAT(7F10.6)
00022       DO 24 L=1,52
00023       NP(L)=0
00024    24 CONTINUE
00025       DO 14 L=1,NT
00026       ALF(L)=ALF(L)/100.
00027    14 CONTINUE
00028       YSG=15252.
00029       DO 40 M=1,NT
00030       DO 40 M2=1,N
00031       GEL(M2,M)=(ALF(M)*UK(M2)*YSG-ADIG(M2))*HM2(M2)
00032    40 CONTINUE
00033       DO 100 I=1,N
00034       DO 50 JT=1,NT
00035       NOTM=K(I)-2
00036       MAINT=K(I)+1
00037       ALFAT=ALFA(I)
00038       AOCT=AOC(I)
00039       GELT=GEL(I,JT)
00040       CALL KARAR(I,JT,NOTM,MAINT,ALFAT,AOCT,GELT,SP,NP,NT)
```

Ek.5. Bilgisayar Programının Fortran Kodlaması

```
 DINP     FORTRAN  A1  F 80  TRUNC=72 SIZE=97 LINE=40 COLUMN=1
===)
00040       CALL KARAR(I,JT,NOTM,MAINT,ALFAT,AOCT,GELT,SP,NP,NT)
     !...+....1....+....2....+....3....+....4....+....5....+....6....+....7.),
00041    50 CONTINUE
00042       LASTT=LASTST(I)
00043       CALL OPTNUM(LASTT,1,SP,NT,JBAKIM,JK,NP)
00044       WRITE(6,1000)(JBAKIM(L),L=1,JK)
00045  1000 FORMAT(1I15)
00046       WRITE(6,29) SP(LASTT,3,104)
00047    29 FORMAT(1F20.0)
00048   100 CONTINUE
00049       STOP
00050       END
00051       SUBROUTINE KARAR(I,JT,NOTM,MAINT,ALFAT,AOCT,GELT,SP,NP,NT)
00052       DIMENSION SP(19,4,104),NP(104)
00053       CONST=0.
00054       BIGM=999999999.
00055       IF(NP(JT).GE.5)CONST=BIGM
00056       DO 10 JX=1,NOTM
00057       SP(JX,1,JT)=BIGM+CONST
00058    10 SP(JX,2,JT)=0.
00059       SP(NOTM+1,1,JT)=(1+ALFAT)*(AOCT+GELT)+CONST
00060       SP(NOTM+1,2,JT)=0.
 DINP     FORTRAN  A1  F 80  TRUNC=72 SIZE=97 LINE=60 COLUMN=1
---)
00060       SP(NOTM+1,2,JT)=0.
     !...+....1....+....2....+....3....+....4....+....5....+....6....+....7.),
00061       NOTM2=NOTM+2
00062       DO 20 JX=NOTM2,MAINT
00063       SP(JX,1,JT)=AOCT+GELT+CONST
00064    20 SP(JX,2,JT)=0.
00065       SP(MAINT,2,JT)=BIGM
00066       DO 30 JX=1,MAINT
00067       IF (JT.NE.1) GO TO 25
00068       SP(JX,3,1)=SP(JX,2,1)
00069       SP(JX,4,1)=0.
00070       IF (JX.LT.MAINT) GO TO 30
00071       SP(JX,3,1)=SP(JX,1,1)
00072       SP(JX,4,1)=1.
00073       GO TO 30
00074    25 SP(JX,3,JT)=SP(JX,1,JT)+SP(1,3,JT-1)
00075       SP(JX,4,JT)=1.
00076       IF (SP(JX,3,JT).LE.SP(JX,2,JT)+SP(JX+1,3,JT-1)) GO TO 30
00077       SP(JX,3,JT)=SP(JX,2,JT)+SP(JX+1,3,JT-1)
00078       SP(JX,4,JT)=0
00079    30 CONTINUE
00080       RETURN
```

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ


```
                 (AN  A1  F 80  TRUNC=72 SIZE=97 LINE=89 COLUMN=1
===>
00080          RETURN
      !...+....1....+....2....+....3....+....4....+....5....+....6....+....7..)
00081          END
00082          SUBROUTINE OPTIMUM (LASTT,I,SP,NT,JMAKIM,JK,NP)
00083          DIMENSION JOPT(104),JMAKIM(10),NP(104),SP(19,4,104)
00084          JK=0
00085          JOPT(NT)=LASTT
00086          JNT1=NT-1
00087          DO 10 J=1,JNT1
00088          JT=NT-J
00089          JOPT(JT)=JOPT(JT+1)+1
00090          IF(SP(JOPT(JT+1),4,JT+1).NE.1)GOTO 10
00091          JOPT(JT)=1
00092          JK=JK+1
00093          JMAKIM(JK)=NT-JT
00094          NP(JT)=NP(JT)+1
00095       10 CONTINUE
00096          RETURN
00097          END
00098 * * * END OF FILE * * *
```


UÇAK NO.
HAFTALAR
MALİYETLER (2 yıllık) TL
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
1 G N G N 262 592 864
2 G G G G N N N

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

ÇOKORONLU STOKASTİK ÜRETİM-STOK SİSTEMLERİNİN OPTİMAL KONTROLU

Dr. S.ERDOĞMUŞ*, Doç. Dr. Y.EROL* ve Prof. Dr. Ü.AKMUT**
* G.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fak. Endüstri Müh. Böl.
** Ank. Üniv. S.B.F. İşletme Bölümü

ÖZET

Günümüze kadar üretim-planlama-işgücü programlama konusunda kurulan modeller ve çözümlerinde kullanılan algoritmalar, taleplerin deterministik olduğuna göre geliştirilmiştir. Oysa, olayların gelecekte nasıl gelişeceklerini kesin olarak bilmeye imkân yoktur. Bu nedenle, bu çalışmada stokastik talepli çokürünlü üretim problemleri ele alınmıştır.

Çalışmada, çokürünlü üretim planlama problemi, kesikli-zamanlı stokastik kontrol problemi olarak formüllendirildiğinde, kompleks, çok boyutlu bir problemle karşılaşılmaktadır. Bu tip problemlerin çözümlerinde karşılaşılan zorluklardan kurtulmak için, kontrol teorisi çözüm tekniklerinden Pontragin'in Maksimum Prensibi ile beraber bir ayırma tekniğinin uygulanmasıyla problem, daha küçük ölçekli alt-problemlere ayrılmıştır. Dual değişkenlerin türetilmesinde bir yaklaşım tekniği uygulanmıştır. Ancak, dual değişkenlerin sayısının artmasıyla optimal değere yaklaşma hızı gittikçe yavaşladığından, optimal amaç fonksiyonu ve optimal geribesleme kontrol politikası için matematiksel ifadeler türetilerek hesaplama zorlukları azaltılmıştır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Giriş :

Literatürde, optimal kontrol teorisinin üretim planlama problemlerine uygulanabileceği belirtilmektedir ve yapılan çalışmalarda üretim planlama-işgücü programlama modellerinin çoğunun kontrol teorisi problem formülasyonlarının birer özel hali olduğu gözlenmiştir. Ancak günümüze kadar kurulmuş olan modeller ve çözümlerinde kullanılan algoritmalar taleplerin deterministik oluşuna göre geliştirilmişlerdir. Bilindiği üzere, olayların gelecekte nasıl gelişeceklerini kesin olarak bilmeye imkân yoktur. Bu nedenle, yapılan bu çalışmada taleplerin gerçeğe uygun olarak stokastik olduğu gözönüne alınmıştır.

İşletmelerde üretim için vazgeçilmez bir fonksiyon olan, gün geçtikçe önemi ve gerekliliği daha çok hissedilen üretim planlaması ve kontrolu faaliyetlerinin daha gerçekçi çözümlenmesi, kullanılabilir çözüm algoritmaları geliştirilmesi amacıyla bu çalışmanın yapılması uygun görülmüştür.

Çalışmada, önce kesikli-zamanlı stokastik kontrol problemlerinin yapısı üzerinde durulmuş, sonra çokürünlü bir stokastik kontrol problemi formüllendirilerek çözüm algoritması geliştirilmiştir.

2. Kesikli-Zamanlı Stokastik Kontrol Probleminin Yapısı :

Kesikli-zamanlı bir stokastik kontrol problemi şu şekilde formüle edilebilir [4,5] .

Amaç Fonksiyonu :

$$\underset{\{u(k),\ k=0,1,\ldots,N-1\}}{\text{Min}} \quad E_0(N) = \left[\sum_{k=0}^{N-1} f_0(u(k),x(k),k) + f(x(N),N)\right]$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(1) Kısıtlar :

$$x(k+1) = f(u(k), v(k), x(k), k) \quad , \quad k=0,1,\ldots,N-1.$$

$$y(k) = g(w(k), x(k), k) \quad , \quad k=0,1,\ldots,N-1.$$

$$u(h(k), k) \in U$$

Burada fo, f ve g fonksiyonları sürekli fonksiyonlardır. Bütün değişkenler öklit uzayında değerler alırlar. $x \in R^n$ sistemin durumunu belirler, $y \in R^m$ sistemin durumunun gözlenen veya ölçülen değeridir, $u \in R^p$ sistemin kontrol işlemini gösterir. v(k) ve w(k), k=0,1,..., N-1 verilmiş bulunan sıfır tanımlı birbirinden bağımsız normal random değişkenleri dizisidir. Kovaryansları,

$$\text{cov}\,[v(k), v(k)] = M_1$$

$$\text{cov}\,[v(k), w(k)] = 0$$

$$\text{cov}\,[w(k), w(k)] = M_2$$

dir. v(k) ve w(k)'nın x(k) dan bağımsız olduğu, sistemin ilk durumu olan x(o)"ın normal dağılmış olduğu kabul edilmektedir ve $\text{cov}\,[x(o), x(o)] = M_o$ dır.

3. Stokastik Problemlerin Çözümlerinde Karşılaşılan Zorluklar :

Stokastik kontrol problemlerinin optimal politikalarını elde etmek için yapılan çözüm işlemlerinde birçok güçlüklerle karşılaşılmaktadır. (1) matematiksel modeliyle belirtilen problemi çözmek yerine, v(x(k),k) ve v(x(k+1), k+1) fonksiyonları arasındaki ilişkiyi dikkate alarak problem yeniden formüllendirilebilir[1]. Bu yolla, dinamik programlamada optimallik prensibi dikkate alınmış olmaktadır. Matematiksel olarak yazılacak olursa :

$$V(x(k),k) = \min_{\{u(x(k),k)\in U\}} E\,[f_o(u(k), x(k), k)]$$

$$+ V(x(k+1), k+1) \quad , \quad k=o,1,\ldots,N-1 \tag{2}$$

$$V\,(x(N),N) = f(x(N),N)$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Buradaki V(x(k),k) her bir peryot, k=o,1,...,N-1, için beklenen optimal amaç fonksiyonudur. Bu gösterimde, x(o) ilk değerin verilmesiyle sistemin durumunun kusursuz olarak ölçülebileceği kabul edilmektedir. (1) matematiksel modelde x(o) değerinin yerine konmasıyla elde edilen V(x(o),o) değeri amaç fonksiyonunun optimal beklenen değeridir.

Lineer olarak modellenebilen olaylar hariç olmak üzere, V(x(k),k) amaç fonksiyonu için matematiksel bir ifade elde edilememektedir. Bilindiği üzere, bir analitik çözümün bulunmayışında, optimallik prensibini temel alan bir sayısal çözüme başvurmak zorunludur. Bu da, (2) problemini minimize etmek üzere x(k)'nın mümkün değerlerinin her biri için deneme yapılması demek olduğundan değişik bilgisayar zamanı gerektirebilir. Bilindiği gibi, minimizasyon işlemi sınırlı sayıda olan mümkün durum uzaylarının denemeleriyle yapılmaktadır. Durum uzayının boyutunun artmasıyla orantılı olarak hesaplama yükü de artmaktadır. Öyle ki, kompleks, çok boyutlu problemleri çözerken hesaplamalar içinde boğulunur.

Yukarıda belirtilen hesaplama külfetine care bulmak için farklı teknikler ileri sürülmektedir [7]. Bu çalışmada, bu tekniklerden birkaçı birarada düşünerek çözüm tekniği geliştirilmiştir.

4. Bir Stokastik Çokürünlü Üretim Planlama Modeli :

Stokastik modelin geliştirilmesinde geçerli olacak varsayımlar aşağıda belirtilmektedir [3].

4.1. Varsayımlar :

1. Verilerin toplanmasında ilk kaynak yöneticilerin görüşleridir. Yöneticilerin maliyetler üzerindeki kontrolleri fiyatlar üzerindeki kontrollerine nazaran daha fazla olduğundan amaç fonksiyonu firmanın kârını maksimize etmek yerine, maliyetleri minimumlaştırmak şeklinde düşünülmüştür.

2. Maliyetler ürünler arasında ayrılabilir olmalıdır. Firma bir kaynağın maliyetinin ne kadarının hangi ürünler tarafından kullanıldığını tayin edebilmelidir.

3. Her ürün sadece kendine ait özelleştirilmiş makinayı kullanmamalı, o makina aynı zamanda bütün diğer ürünlerle ortaklaşa kullanılabilmelidir.

4. Firmada üretilen her ürün için kullanılmak üzere aynı tip depolar bulunmaktadır. Her ürün çeşidi için depo yerleri kesin olarak belirlenmiştir. Depolar ve depolama sırasında gerekli olan diğer kaynaklar bütün ürünler için paylaşılabilir olmalıdır.

5. Depo kapasiteleri ve satışlardan iade miktarları belirlenmiştir. Depo kapasitesi ve müsade edilmiş iadeleri belirleyen kısıtlarda değişiklik olduğu zaman maliyetlerde büyük bir artış olacaktır.

6. Gerçekleşmeden önce bilinemeyen her bir ürünün satışları için iki peryot arasındaki ilişki aşağıdaki denklemle verilebilir :

$S_j(k+1) = \mu_j(1-\alpha_j) + \alpha_j S_j(k) + a_j(k+1)$

$j=1,2,\ldots,n$, $k=-1,0,1,\ldots T-2)$

Burada $S_j(-1)$, $j=1,2,\ldots,n$, verilmiş olmalıdır. Ürünler arasındaki satışlar birbirinden bağımsızdır.

4.2. Modelde Kullanılan Kavram ve Semboller :

Kontrol (karar) Değişkenleri :

$P_j(k)$: j ürününün k peryodundaki üretim miktarı,

Durum Değişkenleri :

$I_j(k)$: j ürününün k peryodundaki stok miktarı,

Parametreler :

$c_j(k)$: k peryodu süresince j ürününün birim üretim maliyeti,

$d_j(k)$: k peryodunda j ürünün birim stok maliyeti,

$P_j^*(k)$: k peryodunda j ürününün hedeflenen üretim miktarı,

$I_j^*(k)$: k peryodunda j ürününün hedeflenen stok miktarı,

$S_j(k)$: k peryodunda j ürününden talep edilen miktar,

$\underline{P}_j(k), \bar{P}_j(k)$: Verildikleri sırayla özelleştirilmiş makinalar kullanılarak j ürününün k peryodundaki üretim miktarının alt ve üst sınırları,

$\bar{P}(k)$, $\underline{P}(k)$: Verildikleri sırayla genel olarak kullanılan makinalarda k peryodundaki toplam üretim miktarının alt ve üst sınırları,

N : Plan döneminde peryot sayısı,

n : Üretilen ürün sayısı,

μ_j: j ürünü satışlarının ortalaması,

α_j: j ürünü satışlarının değişim katsayısı,

$a_j(k)$: k peryodunda j ürünü satışlarının tesadüfi bozulmasıdır. a_j, sıfır tanımlı, varyansı $\sigma^2_{a_j}$ olan normal dağılımlı random değişken varsayılmıştır.

4.3. Matematiksel Model :

Kesikli-zamanlı stokastik kontrol problemi olarak formüllendirilen bu model :

Amac Fonksiyonu :

$$\text{Min} \quad E_o(T) = \{ \sum_{k=o}^{N-1} \sum_{j=1}^{n} [c_j(k)[P_j(k)-P_j^*(k)]^2 + d_j(k)\,[I_j(k)-I_j^*(k)]^2 \} + \sum_{j=1}^{n} d_j(N)\,[I_j(N)-I_j^*(N)]^2 \tag{3}$$

$\{P_j(k),\ j=1,2,\ldots,n \quad k=o,1,\ldots,N-1\}$

Model :

$$I_j(k+1) - I_j(k) = P_j(k) - S_j(k) \quad , \quad j=1,2,\ldots,n \quad k=o,1,\ldots,N-1 \tag{4}$$

$I_j(o)$, $j=1,2,\ldots,n$ verilmis olsun.

Kısıtlar :

$$S_j(k+1) = \mu_j(1-\alpha_j) + \alpha_j\, S_j(k) + a_j(k+1) \quad j=1,2,\ldots,n \quad k=-1,o,1,\ldots N-2 \tag{5}$$

$S_j(-1)$, $j=1,2,\ldots,n$ verilmiş olsun. $a_j(k)$, $j=1,2,\ldots,n$ $k=o,1,\ldots,T-1$ ve $N\,(o,\ \sigma^2_{a_j})$ değerleri hesaplanmıştır.

$$\underline{P}_j(k) \le P_j(k) \le \bar{P}_j(k) \quad , \quad j=1,2,\ldots,n \quad , \quad k=o,1,\ldots,N-1 \tag{6}$$

$$\underline{P}(k) \le P(k) \le \bar{P}(k) \quad , \quad k=o,1,\ldots,N-1 \tag{7}$$

(8) $\sum_{j=1}^{n} \text{Max } [0,\ EI_j(k)] \leq (\bar{I}(k) - K\sigma_I)$, $k=1,2,\ldots,N$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

(9) $EI_j(k) \geq (I_j(k) + K\sigma_{I_j})$, $j=1,2,\ldots,n$, $k=1,2,\ldots,N$

5. Modelin Çözümü :

(3)-(9) bağıntılarıyla verilen stokastik problem büyük ölçekli bir problemdir. Dinamik programlama yardımıyla her bir ürün için ayrı bir minimizasyon işlemi yapılacaktır. Bu sırada, farklı ürünler için belirlenen limitlere uyan stok seviyelerinin toplam üst sınırının gerçek değerleri verilmiş olmalıdır.

Orijinal problem, deterministik problemlerin çözümünde olduğu gibi sadece ayırma yaklaşımları, dualite, kullanılarak alt problemlere ayrılma şeklinde değil, aynı zamanda elde edilen optimal amaç değeri ve optimal geribesleme kontrol kuralı için matematiksel ifadeler de kullanılarak formüllendirilmiştir.

(3)-(9) bağıntılarıyla verilmiş bulunan orijinal problem bir primal problemdir. Önce, bu primal problemin duali yazılmakta, sonra primal problem yerine duali çözülerek sonuca ulaşılmaktadır. Bu da Lagranj fonksiyonu kullanılarak aşağıdaki gibi yapılmaktadır [2]:

Amaç Fonksiyonu :

$$L(\pi) = \min_{\substack{\{P_j(k),j=1,2,\ldots,n \\ k=0,1,\ldots,N-1\}}} E_0(N) = \{ \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{j=1}^{n} \{c_j(k)[P_j(k) - P_j^*(k)]^2$$

$$+ d_j(k)\,[I_j(k) - I_j^*(k)]^2 + P_j(k)[\pi_1(k) - \pi_2(k) + \pi_{5j}(k)$$

$$- \pi_{6j}(k)[+ \pi_3(k)\,[\mathrm{Max}\{0, EI_j(k+1)\}] - \pi_{4j}(k)$$

$$EI_j(k+1)]$$

$$(10) \quad + \sum_{j=1}^{n} d_j(N)\,[I_j(N) - I_j^*(N)]^2 + \sum_{k=0}^{T-1} (-\pi_1(k)\bar{P}(k)$$

$$+ \pi_2(k)\,\underline{P}(k) - \pi_3(k)\,[\bar{I}(k+1) - K\,\sigma_I])$$

$$+ \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{j=1}^{n} (\pi_{4j}(k)\,[\underline{I}_j(k+1) + K\,\sigma_{Ij}]$$

$$- \pi_{5j}(k)\,\bar{P}_j(k) + \pi_{6j}(k)\,\underline{P}_j(k))$$

Model ve kısıtlar (4) - (9) un aynıdır.

k=0,1,... N-1 için dual değişkenlerin, π'lerin, hesaplanmış değerleri [6] ile (10) bağıntısıyla yazılmış bulunan amaç fonksiyonu, her j, j=1,2,..n, ürünü için birbirinden bağımsız alt amaç fonksiyonlarına ayrılarak ayrı ayrı çözüm yapılmıştır.

Çözüm sırasında,önce her ürün için geçmiş satışların ve bu satışlara ait değişikliklerin bilindiği varsayılarak,gelecek dönemler için satış miktarları hesaplanmıştır. Sonra bu hesaplanan miktarlar ile, her bir ürün için hedeflenen üretim miktarları ve emniyet marjlarına göre belirlenen stok kısıtları gözönünde bulundurularak, uygun stok seviyelerinin hesaplanmasıyla optimal çözüme ulaşılmıştır. Emniyet marjını belirlemede, ilk planlama döneminin sonundaki stok değişimleri dikkate alınmıştır. Her ürün için ayrı ayrı çözüm yapılmak üzere, amaç fonksiyonu ve optimal geribesleme kontrol politikası için matematiksel ifade elde edilmiştir. Bu matematiksel ifadeler, beklenen toplam stok kısıtlarının ara değerlerini hesaplamak ve azar azar düşürülerek onların gerçek değerlerine yaklaşmak için kullanılmıştır.

Bu geliştirilen teknik sayesinde büyük stok değişiklikleri önlenmekte ve hesaplanan değerler gerçeğe daha yakın çıkmaktadır [3].

6. Sonuçlar :

Yukarıda belirtilen model ve çözüm için geliştirilen teknik uygulanarak, quadratik maliyet fonksiyonlu çokürünlü üretim planlama problemleri için çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Ancak sayfa kısıtlaması nedeniyle bu bildiriye konulamamıştır.

Kaynaklar :

1. ASTROM, K.J., Introduction to Stochastic Control Theory, Academic Press, New York, 1970.

2. EPPEN, G.D. ve F.J. GOULD, "A Lagrangian Application to Production Models", Operations Research, No.16, s.819-829, 1968.

3. ERDOGMUŞ, Serpil, "Deterministik ve Stokastik Talep Karşısında Çokürünlü Üretim Planlaması", (basılmamış doktora tezi, Ank. Üniv. S.B.F. İşletme Anabilim Dalı, Ankara), 1987.

4. KLEINDORFER, Paul, R., "Stochastic Control Models in Management Science: Theory and Computation", TIMS Studies in the Management Sciences, No.9, s.69-88, 1978.

5. KUSHNER, H.J. ve F.C. SCHWEPPE, "A Maximum Principle for Stochastic Control Systems", Jour. of Mathematical Analysis and Applications, No.8, s.287-302, 1964.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

6. LEE, E.S. ve M.A. SHAIKH, "Optimal Production Planning by a Gradient Technique I. First Variations," Management Science, No.16, s.109-117, 1969.

7. TAPIERO, Charles, S., Managerial Planning: An Optimum and Stochastic Control Approach, Volume 1 and Volume 2, Gordon and Breach, London, 1977.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XVIII. YATIRIMLARDA KAYNAK KULLANIMI

XVIII. I. *Yatırımlarda Kaynaklar ve Kaynak Kullanımına Genel Bir Bakış* XVIII-1
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XVIII. II. *Yatırımlarda Kaynak Dengelemesi* XVIII-7
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XVIII. III. *Özel Bir CPM Uygulaması ve Düşündürdükleri* XVIII-16
Ar. Grv. ERCAN HAMİD OĞUZALP, Mimarlık Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

XVIII. IV. *Mikro Bilgisayarlarda CPM Programı Hazırlanırken Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri Üzerine Öneriler* XVIII-28
Doç. Dr. ORHAN YÜKSEL, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

XVIII. V. *Yatırım ve Finansman Kararlarının Bağımlılığı* XVIII-40
Doç. Dr. GÜLTEKİN BÜYÜKYENEREL, Mühendislik Bilimleri Bölümü, Mühendislik Fakültesi, O. D. T. Ü., Ankara.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

YATIRIMLARDA KAYNAKLAR
VE
KAYNAK KULLANIMINA GENEL BİR BAKIŞ

Doç. Orhan Yüksel
Anadolu Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
ESKİŞEHİR

ÖZET

Yatırımların planlanmasında temel amaç zaman, işgücü, makine gücü, gider, işin yapıldığı yer... gibi kaynakların en uygun bir biçimde kullanımıdır. Bu amacın sağlıklı olarak yerine getirilebilmesi kaynakların özelliklerinin, uygulamadaki durumlarının, planlama sırasında karşılaşılabilecek sorunların iyi tanınmasına bağlıdır. Ayrıca kaynakların kullanımı konusunun da bilinmesi gerekmektedir. Altmışlı yıllardan beri bu konuda analog, analitik ve yaklaşık yöntemler başlıkları altında toplanabilecek birçok araştırma yapılmıştır.

Kaynakların ve kaynak kullanım yöntemlerinin planlama amacıyla sınıflanması ve irdelenmesi planlamayı yapana uğraştığı konulara daha sistematik bakabilme olanağı verecektir.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi serilerle planlama teknikleri yöneylem araştırması ile içli dışlı -biraz samimi bir tanımla- sırmaş dolaş gelişen, etkileşimi oldukça fazla olan bir alanda bulunmaktadır.

1956-57 yılından bu yana planlama teknikleri üzerinde birçok yayın yapıldı. Her yayın ayrı bir sorunu çözmeye çalıştı. Bu çalışmaları böyle gözleri kapayıp, hiçbirinin etkisinde kalmadan sınıflamak bildirinin amacını oluşturmaktadır. Neyle uğraşılıyor, nerelere varılmak isteniyor ve nasıl varılmak isteniyor?

2. KAYNAKLAR, KAYNAK OLARAK ALINABİLECEK DEĞERLER

Serilerle planlamada sürekli olarak birtakım kaynakların kullanımı ile uğraşılır. Amaca göre bu kaynakların bazan birisi, bazan bir başkası ya da birkaçı önemli olabilir. Kaynak sözü mutlaka bir gideri çağrıştırmamalıdır.

2.1. Süre

Diğer kaynak türleri gibi doğrudan bir gider nedeni olmayan, kullanım inisyatifi plancının elinde bulunmayan, üretimin kontrolunda vazgeçilemeyen bir kaynak türüdür. Planlamada çoğunlukla süre anaçlı çalışmalar yapılması onun bir kaynak olarak düşünülmesi gerektirmektedir. İşlemlerde belirli, belirsiz ya da bir dağılıma bağlı olarak kullanılabilir.

2.2. İşgücü

İşi fiilen yapan ya da yaptıran kişilerdir. Önemli özelliği depo edilemez olması-bir başka deyişle- gününde kullanılamayan kaynağın daha sonra kullanım şansının olmamasıdır. Şu değişik durumlarda bulunabilir:

- Gündelik, haftalık ya da aylıkla çalışan
- Geçici ya da sürekli
- Nitelikli-niteliksiz
- Normal mesai, fazla mesai, vardiya, parça başı imalat
- Doğrudan, dolaylı
- Bir işlemde birden fazla nitelikli işgücü ya da tek tip işgücü
- Birkaç değişik işlemde kullanılabilir nitelikteki işgücü

2.4. Makine gücü

İşgücüne benzer özelliktedir. Planlamada

- Esas makine, yardımcı makine
- Planlamayı yapan kuruluşa ait ya da kiralık

şekillerinde bulunabilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2.4. Malzeme

Plancının gözönüne alması gereken önemli bir kaynak türüdür. Bozulur türden olup olmaması depolanabilmesini belirler. Çoğunlukla depolanabilir olması diğer kaynak türlerinden ayırıcı özelliğidir. Bu yönüyle kaynak kullanımında ayrı bir hesap sistemini gerektirir. Belirli periyotlarla alınıp o sürede kullanılması gerekir. Alımda miktarı bir başka kaynak, depo (fiziksel olan, hacim...) kısıtlar.

2.5. Üretim Miktarı

Bir günde hazırlanan beton, sıkıştırılan toprak, hazırlanan kalıp... kaynak olarak değerlendirilebilir. Üretilen bu değerlerin izlenmesi diğer kaynaklara göre daha önemliyse böyle bir yola başvurulabilir. Üretimin türüne bağlı olarak depolanabilme özelliği olabilir.

2.6. Gelir, Gider

En genel ve zaman zaman önem verilen kaynaklardan birisidir. Diğer kayanklar (işgücü, makine gücü, malzeme...) gider olarak tanımlanabilir. Böylece ortak bir tek kaynağın izlenmesi olanağı doğar. Yapılan üretime bağlı olarak elde edilen periyodik gelirler de aynı sınıfa alınabilir. Yapılan harcamanın üretimle ve zamanla ilişkisine bakılarak direkt malzeme, direkt işçilik, endirekt sabit ve endirekt değişken giderler şeklinde sınıflandırılabilir.

Nakit bütçesinin izlenmesinde, en az giderli yatırım süresinin, net şimdiki değerin bulurmasında, yatırımın kontrol edilmesinde kullanılabilir.

2.7. Çalışılan Alan

İşin yapıldığı yerin de zaman zaman bir kaynak ya da kısıt olarak gözönüne alınması gerekir.

Özetle planlama açısından kaynak, yatırım boyunca izlenmesi istenilen herşeydir. Sözlükteki tanımdan dışarı çıkılırsa planlamayı yapana değişik görüşler verebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3. PLANLAMANIN AMACI

Kaynak tanımından ve bugüne değin yapılan çalışmalardan, planlamanın amacı -geniş anlamda- kaynakların en uygun kullanımı olarak görülebilir. Bu amaçlar şu başlıklar altında toplanabilir;

3.1. Süre Amaçlı Planlar

Burada kaynak süredir. Yatırımın belirlenen zamanda bitirilmesi, ara hedeflere istenilen zamanlarda ulaşılması, bu amaçla zaman zaman kontroller ve revizyonlar yapılması bu tür çalışmalardandır. Planlar deterministik, parababilistik ya da rassal olarak da hazırlanabilirler.

3.2. Kaynak Dengelemesi

Yukardakinin özel bir halidir. Verilen sürede süre dışındaki diğer kaynakların en uygun kullanımı amaçlanmaktadır. Yatırım süresi boyunca max. kaynak miktarının azaltılması, kaynak kullanım oranının olabildiğince artırılması problemin çözümünü sağlar. Sınırsız kaynak kullanımı diye adlandırıldığı da olur.

3.3. Kısıtlı Kaynak Kullanımı

Amaç, belirlenen kaynak kısıtlarıyla yatırımın en kısa zamanda bitirilmesidir. Kısıtlar her kaynak için ayrı ayrı günlük sabit değerler şeklinde olabileceği gibi zamana bağlı olarak değişken de olabilirler (kaynak olarak işgücü, makine gücü, gider, üretim miktarı alındığında). Kaynağın periyodik olarak elde edildiği hallerde kısıt, kullanıma bağlı olarak azalan miktarlarda olacaktır (malzemede olduğu gibi).

3.4. En Az Giderli Yatırım Süresinin Bulunması

Yatırım boyunca yapılan endirekt değişken giderler yatırım süresince yapılması gerektiğinden yatırımın toplam giderini arttırıcı yöndedir. Bu nedenle yatırımların olabildiğince kısa sürede bitirilmesi istenir. Bu amaçla fazla mesai ve vardiyalı çalışmaya gidilir. Bunlar da ekstra harcamaları gerektirdiğinden yatırımın süresinin kısaltılması toplam maliyeti arttırıcı yönde rol oynar. İşte işçilikteki artışın endirekt değişken giderlere eşit olduğu nokta - ya da noktalarda- yatırımın toplam maliyeti minimum ve buna karşı gelen

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

süre de optimum olmaktadır. Başlangıçta bu konuda sezgisel olan arayışlar Out of Kilter'la analitik çözüme kavuşturulmuştur.

Bu ana başlıklar dışında net şimdiki değerin en büyüklenmesi ya da kapitalin dönüşünün en büyüklenmesi, bütçe amaçlı çalışmalar da yapılagelmiştir. Anlatılagelen ana başlıkların değişik kombinasyonları da amaç olarak düşünülebilir.

4. ÇÖZÜM TEKNİKLERİ

"Süre" ve "çalışılan yer" dışındaki kaynakların yatırımlarda kullanılması şu üç değişik şekilde olabilir;

1. Tüm yatırımda ve her işlemde birden fazla kaynak kullanılabilir (Multi-Resource Models),

2. Tüm projede birden fazla fakat her işlemde yalnızca bir kaynak kullanılabilir (Job Shop Models),

3. Tüm projede ve her işlemde yalnızca bir tek kaynak kullanılabilir (Single Resource Models).

Yatırımlarda yukarıdaki amaçlara ulaşmak için oluşturulan modellerde kaynakların durumu tanımı yapılan üç tipten birisi olacaktır. Bu modellerin çözümü;

1. Bulgusal (Heuristic)
2. Optimal
3. Analog

olmak üzere üç ayrı yoldan yapılagelmiştir. Bunlardan uygulamaya en yatkın olanı bulgusal olanlardır. Diğerleri genelde araştırma düzeyinde olup özel haller dışında uygulamada kullanılamazlar.

4.1. Bulgusal Teknikler

Bu teknikler kesin çözümü amaçlamamakta sonuca hızla ulaşmak önemli olmaktadır. Yapılan kestirimlerin istenilen doğrultuda sonuca ulaşması her zaman mümkün olamayacağına göre kesin çözümler bulmak için hesap yapmanın anlamsızlığı bu teknikleri savunanların temel dayanağı olmaktadır. Özetle sonucun yaklaşık olması yeterli olmakta fakat hızla alınması istenmektedir. 55 işlemden oluşan ve 4 kaynağın kullanıldığı bir yatırımda 6870 kısıt denklemi ve 1650 değişkenin kullanılması bu yolun savunucularını haklı kılmakta ve "böyle bir

problemi gelişmiş bir bilgisayarda doğrusal programlamayla çözmek bir çakıl taşını bir buldozerle itmek gibidir" şeklinde bir espri yapmalarına neden olmaktadır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

4.2. Optimal Teknikler

Yöneylem araştırmasının doğrusal, doğrusal olmayan, dinamik programlama ve dal-sınır yöntemleri kurulan modellerin çözümünde çokça kullanılan tekniklerdir. Bilgisayarların kapasite ve hızlarının hızla gelişmeleri bu kesin çözüm tekniklerini yakın bir gelecekte uygulanabilir kılacaktır. Ancak yukarıda sözü edildiği gibi kesin çözüm aramak planlama kavramının mantığına her zaman ters düşecektir. Teknikler bugün için küçük işlerde zaman zaman kullanılmaktadır.

4.3. Analog Teknikler

Pratik değeri olmayan düal sarımlar, elektrik devrelerinden oluşan analog modeller, diğer fiziki modeller bu tür tekniklerdendir. Herbirinin ayrı bir sakıncası vardır. Düşünce jimnastiği için yararlı olabilir.

5. SONUÇ

Bu görüşler edinilegelenlerin bir yorumu gibi düşünülmelidir. "En doğrusu budur" denilemez. Konunun tartışma ortamına getirilmesi yararlı olacaktır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI . 1987

YATIRIMLARDA KAYNAK DENGELEMESİ

Doç. Orhan Yüksel
Anadolu Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
ESKİŞEHİR

ÖZET

Yatırımlarda kaynak kullanımına yönelik önemli çalışmalardan birisi yatırım süresini sabit tutarak yapılan dengelemedir. Bu dengelemenin getireceği yararları görebilmek amacıyla işlem sayıları 330, 183 ve 119 olan üç ayrı yatırıma ait serimde yöntem uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda kaynak olarak kullanılan işgücünün kullanım yüzdesinin arttığı yığılma oranının büyük ölçüde azaldığı görülmüştür.

Burgess ve Killebrew'in önerdikleri yöntem sözü edilen yatırımlara uygulanırken bazı eklemeler yapılmıştır. Bu eklemelerde işlemler sağa doğru en uygun yere ötelendikten sonra kapasite kullanım yüzdesini daha da arttırmak ve kareler toplamını biraz daha azaltabilmek için ilk öteleme miktarları ile kısıtlı olarak geri çekilmişlerdir.

1.GİRİŞ

Yatırımlarda kaynak kullanımı konusundaki ilk çalışmalar "kaynak dengelemesi" olarak adlandırılabilecek olan alanda yapılmıştır. Literatürde "resource leveling" ya da "resource smoothing" olarak görülebilecek olan bu çalışmalardan amaç başlangıcı ve bitişi tanımlanabilen bir yatırımda kaynakların olabildiğince en iyi kullanılması olmuştur. Yatırım süresinin değiştirilmesi söz konusu olmamakta, kaynaklarda herhangi bir kısıtlamaya gidilmemektedir.

Burada Burgess ve Killebrew [4] tarafından önerilen yöntem kullanılacak ve kaynak kullanım oranının artırılması için bir öneride bulunulacaktır.

Dengeleme öncesi ve sonrası durumun görülebilmesi için 330, 183 ve 119 işlemden oluşan [11] ve kaynak olarak yalnızca işgücünün alındığı üç serim kullanılacaktır.

Bu konunun gelişiminde ilk önemli yayınlar Clark [6] , Burgess ve Killebrew [4], Mc Gee [14] , Levy, Thompson ve Wiest [17], Tate [23] ve Wagner [25], Devitte [10] tarafından yapılır. Burgess işlemleri bitiş düğümlerine göre, onların eşit olması halinde başlangıç düğümlerine göre sıralar. Son işlemden başlayarak işlemleri, bollukları içinde günlük kaynak kareleri toplamını en küçükleyecek yerlere yerleştirir. Öteleme ilk işleme değin sürdürülür. Amaç günlük kaynak kareleri toplamının en küçülenmesidir. Levy, Thompson ve Wiest'in çalışmaları eş zamanlı birkaç proje üzerine olur. Kaynak kullanımındaki max. değer belirlenir ve işlemlerin bollukları kullanılarak bu seviyenin altına düşülmeye çalışılır. Durum birden fazla kaynak kullanımı halinde de aynıdır. Devitte kaynak profilini özel kısımlara ayırır ve her bölümünü sırayla dengeler.

Kaynak taramaları 1964'de görülmeye başlar. Carruthers ve Battersby [5] birçok tarama yapıldığı ve bunlardan ikisinin [3], [7] önemli olduğunu söylerler. Yöntem oldukça yeni olduğundan bu yıllardaki taramalarda kaynak dengelemesi, kısıtlı kaynak kullanımı ve süre-maliyet eniyilemesi beraberce görülür. Davis'in [9] makalesi, Carruthers ve Battersby'nin yukarda adı geçen makalesi de bu özelliği gösterirler. Davis kaynak dengelemesinin gelişimini kişilere bağlı olarak inceler. Carruthers ve Battersby bulgusal (heuristic) yöntemlerin temellerini belirler ve yorumuna girerler, çözümsel (analytic) yöntemlerden söz ederler. Bu yıllarda bulgusal yöntemlerin ana hatları artık belirginleşir. Eğilim çoğunlukla günlük kaynak kullanımı kareleri toplamının enküçüklenmesidir.

60 lı yıllarda eşzamanlı birden fazla yatırımda kaynak kullanımının çözümü araştırmaları da görülür [18],[12].

Araştırmacılardan birçoğu konuya bilgisayar açısından da yaklaşırlar. Burgess ve Killebrew [4] makalelerinde bir bilgisayar programı verirler. Phillips [21] CPM programlarında neler aranacağını belirtir ve 36 değişik yazılım hakkında bilgi verir. Galbreath'ın [13] makalesinde bir akış çizelgesi görülebilir. Parikh ve Jewell [20] bilgisayarda hafıza sorununu azaltmak için büyük şebekelerin nasıl parçalanabileceğini gösterirler.

Son yıllarda çalışmalar daha çok teoriye ve uygulamadaki sorunlara yönelir. Schlick [22] iyi bir ekip kombinasyonu yapılmasını önerir. Jaafari [15] ekibin verimliliğinin sürekli olmasının tam olarak garanti edilemeyeceğini vurgular. Risk faktörünün de gözönüne alınması istenir [1]. Möhring [19] olaya çizge kuramı ve matematikçi olarak yaklaşır.

2. DENGELEMEDE KULLANILAN YÖNTEM

Kullanılan yöntem ilk olarak Burgess ve Killebrew [4] tarafından önerilmiş, Tulip'in [24] bildirisinde grafik olarak açıklaması bulunan yöntemdir. Yapılan dengelemede;

- Ok diyagramı kullanılmakta,
- Düğüm no.ları ok yönünde büyüyecek şekilde değiştirilmekte,
- Eş zamanlı üç ayrı serim kullanılmakta ve bu yatırımlar arasında kaynak alışverişi yapılmamakta,
- Her işlemde ve tüm serimlerde bir tek kaynak (işgücü) kullanılmaktadır.

Çalışmanın amacı;

1. Kapasite kullanım yüzdesinin (= kümülatif çalışan işçi/kümülatif toplam kaynak) artırılması,

2. Yığılma oranının (= Max işçi sayısı/Ortalama işçi sayısı) azaltılması olmaktadır.

Bu amaca ulaşmak için günlük kullanılan kaynak kareleri toplamı enaza indirilmektedir [8].

Bir kaynak için yapılacak dengeleme işlemde ve serimde birden fazla kaynak kullanılması hali için de geçerlidir.

Yöntem adım adım şöyle tanımlanabilir;

1. İşlemler bitiş düğümlerine (j) ve onların eşit olması halinde başlangıç düğümlerine (i) göre küçükten büyüğe doğru sıralanırlar.

2. Tüm işlemler en erken başlama zamanına göre başlatılırlar.

3. Listenin en altındaki işlemin tüm bolluğu taranır ve işlem bu taramada enküçük kareler toplamını verecek yere yerleştirilir.

İşlemin bolluğu, başlama ve tamamlanma zamanları, değiştirilir. Listenin yukarısındaki işlemlerin ötelemelerindeki üst sınırı belirlemek amacıyla işlemin başlangıç düğümünün en erken tamamlanma zamanı (earliest event time) değiştirilir.

4. Listenin bir üstündeki işlem için yöntem yinelenir. Yineleme tüm işlemler bitinceye dek sürer. Son kareler toplamı belirlenir.

5. Yine listenin sonundan başlanarak ötelenmiş işlemler kalan toplam bollukları (total floats) içinde yeniden taranırlar. Bu yineleme kareler toplamında azalma olmayıncaya dek sürer.

Burada Burpess ve Killebrew'in önerisine şu eklemeler yapılmaktadır.

1. Eğer tarama sırasında birden fazla optimum varsa işlem en sağdaki yere yerleştirilir. Böylece listenin üstünde kalan işlemlerin ötelenme sınırları artmaktadır.

2. Sağa doğru tarama tamamlandıktan sonra işlemler bu kez de ötelendikleri miktarlarla sınırlı kalmak kaydıyla sola doğru geri çekilerek kareler toplamını azaltan tarama yapılır. Taramanın yönü listenin başından sonuna doğru değişir. Bu taramada işlemler birden fazla optimum verirse kaynak kullanım oranını artırmak için ayrı bir yol izlenir. Buna göre işlemin başlama zamanı maximum kaynağın kullanıldığı günden daha önceki bir zamana rastlıyorsa işlem en sağdaki (en büyük zamanlı) optimuma aksi halde en soldakine yerleştirilir.

Ters yöndeki bu tarama da kareler toplamında hiç azalma olmayıncaya dek sürdürülür.

Uygulamada ilk belirlenen "maximum kaynağın bulunduğu yer" tüm taramalarda değiştirilmeden kullanılmıştır. Her taramadan sonra bu yerin değişebileceği kolayca görülebilir, ancak, geri taramalarda bu yerin sürekli değiştirilmesi yalnızca hesap süresini artırmakta, kaynak kullanım oranında değişiklik yapmamaktadır.

3. DENGELEMEDE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Aşağıdaki tabloda bu üç ayrı serimin birer ve toptan dengelemesine ilişkin sonuçlar görülmektedir. Dengelemede dört ayrı durum sergilenmektedir.

TABLO: DEĞİŞİK DENGELEMELERE AİT BİLGİSAYAR SONUÇLARI

Serim no	1	2	3	ÇOKLU PROJE (5)
İşlem sayısı	330	183	119	632
Kümülatif çalışan işçi	19.206	6.081	11.951	37.238
İşin süresi (gün)	280	160	273	280

Durum	A	C	D	E	A	C	D	E	A	C	D	E	A	B	C	D	E
Kümülatif toplam işçi (1)	28.158	24.036	23.311	23.311	9.365	8.510	7.855	7.821	17.501	15.634	14.449	14.330	46.491	41.529	40.214	41.305	41.329
Kaynak kullanım oranı (2)	0.682	0.799	0.824	0.824	0.649	0.715	0.774	0.778	0.680	0.764	0.827	0.834	0.801	0.897	0.926	0.902	0.901
Maximum işçi sayısı	174	130	111	111	99	85	80	80	127	83	80	80	303	247	214	199	199
Ortalama işçi sayısı(3)	101	86	83	83	59	53	49	49	64	57	53	52	166	148	144	148	148
Yığılma oranı (4)	1.73	1.51	1.33	1.33	1.69	1.60	1.63	1.64	1.97	1.45	1.51	1.52	1.82	1.67	1.49	1.35	1.35
Maximum işçinin olduğu gün	130	84	82	82	57	83	65	65	98	104	76	76	82	92	91	81	81
Kareler toplamı (x 10^3)	1.63	1.51	1.41	1.41	3.12	2.99	2.69	2.69	6.83	6.33	5.84	5.84	60.9	57.7	56.9	53.3	53.3

(1) Çalışan ve boşta bekleyen işçiler toplamı

(2) Kümülatif çalışan işçi/Kümülatif toplam işçi

(3) Kümülatif toplam işçi/işin süresi

(4) Maximum işçi sayısı/ortalama işçi sayısı

(5) Tüm projelerin eşzamanlı olarak başlaması hali

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

A. Dengelemeden önceki durum.

B. İşlemler kareler toplamını küçültmesi halinde (bollukları uygunsa) yalnız bir gün ötelenmektedir. Daha sonra listenin bir üstündeki işlemine geçilmektedir.

C. Yukardaki hale ek olarak geri tarama yapılmaktadır.

D. Öteleme bir günle sınırlı değildir. İşlemin tüm bolluğunca en uygun yer aranır. Geri taramada işlemler enküçük zamanlı optimuma kadar çekilirler.

E. Dengeleme yukarda ayrıntılı açıklaması yapılan yönteme göre yapılır.

Tüm durumlarda kareler toplamında azalma olmayıncaya dek aynı yönlü taramalar bütün liste için yinelenirler.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekli proje dengelemelerinde E, çoklu projelerde ise D halinin en uygun çözüm olduğu tablodan görülmektedir. Buna göre,

1. Aylak kapasite azalmakta bir başka deyişle kaynak kullanım oranı artmaktadır.

2. Oldukça önemli bir başka sonuç da kullanılan maximum kaynak miktarının hızla düşmesidir. Yığılma oranındaki azalma aynı anlama gelmektedir.

Bu sonuçlar günlük kaynak kullanımları kareleri toplamındaki azalmayla elde edilmektedir.

Günümüz bilgisayarları ile büyük projelerde analitik çözümlerin elde edilmesi mümkün olmamakta ya da pratik olmamaktadır. Böyle bir çözüm aranması iki nedenle hatalı olacaktır. Öncelikle planlamanın geleceğe ilişkin kestirimlerden oluştuğu unutulmamalıdır. Böyle bir problemde kesin çözüm araması 7-8 zarın tümünü 1 getirmek için uğraşmak kadar anlamsızdır. Ayrıca böylesi bir çözüm bilgisayarlarda çok fazla vakit kaybına neden olacaktır. O halde ne yapmalıdır? İlk yaklaşım problemin ne tür bir çözümü gerektirdiğini (dengeleme, kısıtlı kaynak kullanımı, ...) iyi belirlemek olmalıdır. Yapılacak bir başka çalışma bilgisayarlardaki gelişmelere paralel yeni arayış-

lar olmalıdır. Nihayet teori ile pratiğin uyumu sağlanmalıdır. Gider kavramlarındaki farklılıklar ya da bunların muhasebeleştirilmesi, yöneticiye tekniğin benimsettirilmesi, planlama ekibinin organizasyondaki yerinin belirlenmesi... gibi.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. AHUJA, H.N. and ARUNACHALM, V., Risk evaluation in resource allocation Journal,of Construction Engineering and Management, Vol. 110, No: 3, pp. 324-336, September 1984.

2. BATTERSBY, A., Network Analysis for Planing and Scheduling, The Macmillan Press Ltd., 1979.

3. BRITISH PRODUCTIVITY COUNCIL, Critical Path Analysis, Eighteen Case Studies, London, 1964.

4. BURGESS, A.R., and KILLEBREW, J.B., Variation in activity level on a cyclic arrow diagram, Journal of Industrial Engineering, March - April, 1962.

5. CARRUTHERS, J.A. and BATTERSBY, A., Advances in critical path methods, Vol. 17, No: 4, pp. 359-380, December 1966.

6. CLARCK, C.E., The Optimum allocation of resources among the activities of a network, Journal of Industrial Engineering, January-February 1961.

7. CPA STUDY GROUP, The use of critical path analysis in industry, Internal Communication, Operational Research Society, London, 1964.

8. ÇETMELİ, E., Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metotları, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1972.

9. DAVIS, E.W., Resource allocation in project network models-A Survey, The Journal of Industrial Engineering, Volume XVII, No 4, pp. 177-188, April 1966.

10. DEWITTE, L., Manpower levelling of PERT networks, Data Processing for Science/Engineering, March-April, 1964.

11. EYECİ, Y., Birden Fazla İnşaatta İşgücü Planlaması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1985 (Yayımlanmamış).

12. FENDLEY, L.G., Toward the development of a complete multiproject scheduling system, Journal of Industrial Engineering, Vol. 19, No. 10, pp. 505-515, 1968.

13. GALBREATH, R.V., Computer program for leveling resource usage, Journal of Construction Division, Vol. 91, No. CO1, pp. 107-124, May 1965.

14. Mc GEE, A.A., and MARKARIAN, M.D., Optimum allocation of research/ engineering manpower within a multi-project organizational structure, IEEE Transactions on Engineering Management, pp.104-108, September 1962.

15. JAAFARI, A., Criticism of CPM for project planning analysis, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 110, No. 2, pp. 222-233, June 1984.

16. KARAA, I.A. and NASR A.Y., Resource management in construction, Journal of Construction Engineering, Vol. 112, No. 3, pp. 346-357, September 1986.

17. LEVY, F.K., THOMPSON, G.S., and WIEST, J.D., Multi-ship multi shop workload smoothing program, Naval Research Logistic Quarterly, pp. 37-44, March 1963.

18. MIZE, S.H., A Heuristic Scheduling Model for Multiproject Organizations, Unpublished Doctoral Dissertation, Purdue University, August 1964.

19. MÖHRING, R.H., Minimizing costs of resource requirements in project networks subject to a fixed completion time, Operations Research, Vol. 32, No.1, pp. 89-120, January-February 1984.

20. PARIKH, S.C. and JEWELL, W.S., Decomposition of project networks, Management Science, Vol. 11, No. 3, pp. 444-459, January 1965.

21. PHILLIPS, C.R., Fifteen key features of computer programs for CPM and PERT, The Journal of Industrial Engineering, Vol. XV, No: 1, pp 14-20, January-February 1964.

22. SCHLICK, H., Schedule and resources of fast track renovation work, Journal of Construction Division, Vol. 107, No. CO4, pp. 559-574. December 1981.

23. TATE, A.E., Introduction to the resource allocation problem, Paper to 2nd Critical Path Analysis Symposium, 11th June, Operational Resource Society, London, 1964.

24. TULIP, A., Resource smoothing-theory and practice, Proceeding of te INTERNET 72, Stockholm, Vol. 3, pp. 355-373, 1972.

25. WAGNER, H.M., Giglio, R.J. and Glaser, R.G., Preventive maintenance scheduling by mathematical programming, Management Science 10, pp. 342, 1964.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI , 1987

ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ÖZEL BİR CPM UYGULAMASI VE DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Yük.Kim.Ercan Hamid Oğuzalp
Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fak.
Mimarlık Bölümü KONYA

ÖZET

20.Y.Y. sonlarına doğru her alanda hızlı bir değişim sürecine sahne olan dünyamızda, ekonomik kaynakların sınırlılığı ve var olanlardan en çok faydalanma zorunluluğu yanısıra çözülecek sorunların karmaşıklığı; çağdaş planlama tekniklerinin gelişmesine itici bir güç oluşturmuştur. Üretimin temel elemanlarından "PARA, ZAMAN ve KAPASİTE" nin rasyonel kullanılabilmesi için ilk geliştirilen tekniklerden biri olmasına karşın sorunlara deterministik yaklaşımı ile CPM halâ güncelliğini korumaya devam etmektedir.

Uygulama alanı olarak Konya'da yapımı halen süren 90 daireli bir konut yapı kooperatifi seçilmiştir.Yapılan programlamada kullanılan temel birimler, tamamen deterministik olarak araştırmacının 1985 inşaat mevsimi süresince bu şantiyedeki gözlemlerine dayandırılan iş analizleri sonucunda üretilmiştir.

"Rasyonel bir organizasyon olsa idi sonuç ne olurdu?" şeklindeki bir yaklaşımla, devamlı bir ekipmana sahip olmayan bu örgütler için optimum süre ve maliyetlerin belirlenmesinde özel bir yöntem geliştirilmiştir.

Sonuç olarak belirlenen optimum sürecin sağladığı ekonomi, ülke ölçeğinde genellenerek; yöntemin yaygın olarak kullanılması halinde elde edilecek ekonomiler ortaya konmaya çalışılmıştır.

1. SORUNUN TANIMI ve ÖNEMİ

Dünyamız, özellikle biz mimarları, şehircileri ve toplum bilimcileri ilgilendiren yönüyle nüfus patlaması ve kentleşme şeklinde

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ortaya çıkan büyük bir değişim sürecine sahne olmaktadır.Geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde denetim altına alınamayan bu süreç, bir çok soruna kaynak oluşturmaktadır. Bunlar içinde en önemli olanlarından biri de şüphesiz konut sorunu. "Toplum için sosyal,ekonomik ve mekânsal içeriği olan bir sorun" (1).

Kalkınma plânlarında "Ölü yatırım" sayılan inşaat yatırımlarının tüm yatırımlara oranının %20 yi aşmaması genel bir ekonomik ilke olarak benimsenmiştir. Bu sınırlılık, toplam yatırım içindeki konut yatırım oranını üretken sektörler aleyhine artırmadan, varolan kaynaklardan en çok faydalanma zorunluluğunu ortaya koyar. Bu nedenle "Ülkelerin büyük bir bölümünün ekonomik bunalım içinde olduğu dünyamızda, "PARA, İNSAN GÜCÜ, GEREÇ, MAKİNA ve ZAMAN" gibi sınırlı kaynakların optimize edilmesini zorunlu kılan üretim süreci ile konut; aynı zamanda bir örgütlenme sorunudur"(2).

Türkiye'de "Yıllık Konut Gereksinimi" ve "Yıllık İnşaat Hacmi" dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda "Yıllık Konut Açığı 250 bin olarak tesbit edilmiştir"(4). Zamanında önlem alınamazsa, her yıl bu kadar konut açığının yığılarak sorunun çözümlenemez boyutlara ulaşacağı açıktır.

Konutların tek tek üretimi yerine, toplu (kümesel) olarak üretilmesinin,büyümenin ve tekrarın sağladığı imkânları da beraberinde getireceği bilinen bir gerçektir.Kanımca sorunun çözümü,"...gönüllü bir dayanışma ve yardımlaşma aracı olan ve kâr amacı gütmeyen örgütlenmeler (kooperatifler) tarafından,ileri ya da geleneksel yapım teknolojisi ile ama, mutlaka akılcı bir üretim" (4) stratejisinde yatmaktadır. Bunun için günümüze değin pek çok plânlama yöntemleri geliştirilmiştir.

2. UYGULAMA İÇİNDE CPM

2.1 TANIMI

Bir yatırımda, yatırımı oluşturan işlemlerin süre,maliyet ve kapasite bakımından etkinliklerin bilinmesi gerekir.Ayrıca ... yatırımın istenilen sürede ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi için, hangi işlemlerin üzerinde önemle durulması gerektiği ve işlemlerin başlama,bitiş zamanlarındaki hoşgörülebilecek payları bilinmelidir.Yapılacak olan plân: açık ve basit, anlaşılabilir,kolay değiştirilebilir (flexibil), denetlenebilir niteliklerde olmalıdır.

Bütün bu özelliklerin yanısıra geçmiş,teki deneyimlerden yarar-

lanacak şekilde deterministik bir yaklaşıma sahip olan "Critical Path Method" veya kısaca CPM; yapı üretim sürecine uyarlanabilen ve halâ güncelliğini koruyan bir yöntemdir.

2.2 UYGULAMA ALANI ve ANALİZ ÇALIŞMALARI

Konya'nın Meram yöresinde yer alan ve yapımı halen devam eden S.S.Üçler Yapı Kooperatifi 80 daireli olup,herhangi bir devlet kredisinden yararlanmamaktadır.Ödeme gücü yüksek üyelerden oluşması ve buna bağlımlı olarak, şantiyede kısa zamanda çok iş gözlenebilme imkânı, geleneksel yapım sistemiyle inşa edilen bu kooperatifin araştırmacı tarafından uygulama alanı olarak seçilmesine neden olmuştur.

2.2.1 SÜREÇSEL ANALİZ ve AĞ DİYAGRAMININ OLUŞTURULMASI

Gözlem sırasında bitirilen iş miktarların saptanabilmesi için öncelikle her bir kaleme ilişkin metrajlar çıkarılmış olup tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo:1 Brüt Üretim Miktarları

İMALATIN ADI	GERÇEKLEŞEN MİKTAR	BİRİM
Ahşap Döş. Yüz.S.A.Kalıbı	2-341.69	m^2
Ahşap Kalıp İşçiliği	2041.69	m^2
(8-8) Beton.Yer.Ayn.	123.649	m^3
B.160 B.A. Betonu	2770.607	m^3
Tesviyeli Tuğ.Duv.(19-19-8.5)	2639.35	m^2
Yarım Tuğ. Duv. (19-9-8.5)	39.57	m^2

Verilen durumu saptamak üzere araştırmacı tarafından "Durum Tesbit Formları" hazırlanmış ve haftada en az 2 defer olmak üzere gözlem yapılmıştır.Bu çalışma ile her bir ekibin:

- Nerede?
- Kaç usta + işçi ile ?
- Günde kaç saat çalıştıkları ve
- Her bir işçi kaç günde bitirdikleri tutanaklanmıştır.

Edinilen tesbitler tablo 2,3,4,5 ve 6 da özetlenmiştir.

Tablo:2 Ort.Usta-Saat Verimliliği

İMALATIN ADI	ORT.USTA SAAT BİRİMİ
300 Dos.B.A. BETONU	4.464 m^3/SAAT
80 YAPIM BLOKLAR	4 ADET/SAAT
19-19-8.5 DUŞLA DUV.	0.561 m^2/SAAT
19-9-8.5 YARIM TUĞ.DUV.	3.56 m^2/SAAT
DÜZ YÜZ.B.A.KALIBI	1.861 m^2/SAAT
B.A.KALIP İŞÇİLİĞİ	19.230 m^2/SAAT
(8-8)DEMİR İŞ.	0.015 TON/SAAT

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo:3 Ort.Çalışma Saatleri

EKİBİN ADI	ORTALAMA ÇALIŞMA SAATİ
BETONCU	8.5 /Saat/Gün
DUVARCI	8.45 Saat/Gün
KALIPCI	8.60 Saat/Gün
DEMİRCİ	8.1 Saat/Gün
SIVACI	9 Saat/Gün
SANTİYE EK	8.50 Saat/Gün

Tablo:4 Ort.Ekip Büyüklükleri

EKİP ADI	ORT.EKİP
BETONCU	6 Kişi*
DUVARCI	3.2 Usta + 3.4 İşçi
KALIPCI	4.4 Usta + 4.5 İşçi
DEMİRCİ	4 Kişi*
SIVACI	1.35 Usta+1 İşçi
SANTİYE EKİBİ	2.75 Kişi*

Tablo:5 Usta Günlük İş Üretimi

URETİMİN ADI	USTA SAAT VERİM		GÜNLÜK ORT ÇALIŞ.SAATİ	GÜNLÜK ÜRETİM	
	a		b	c = a x b	
330 Doz B.A Betonu	0464	M^3	8,5	3,944	M^3
" Dış Yapım Kiriş Bl	6.	Ad	8.5	51.5	Ad
" Tesviyeci Tuğla Duv	0,581	M^3	8,45	4,909	M^3
" Yarım Tuğla Duvar	3.56	M^2	8,45	30.08	M^2
Ahşap Düz B.A Kalıbı	1.86	M^2	8,80	16.37	M^2
Ahşap Kalıp Sökülmesi	19.335	M^3	8.80	169.268	M^3
ø8-17 lik Perde Demi	0,095	Ton	8,20	0,779	Ton
" Ar Taban Döş Demi	0,05	Ton	8,20	0.329	Ton
450 dozl Sap	13.85	M^2	9	124,65	M^2
Sap Ust 2 K Boyma Sur	13.58	M^2	8.56	116.95	M^2
Elektrik Boru Dos	—		—	1	Kat

Her bir katta her bir kalem için gerekli olan üretim miktarları (metrajdan) ve ortalama ekipmana göre günlük üretilen iş (tab.6 dan) bilindiğinden,mantıksal ağ oluşturacak her bir işlemin süresi tek tek belirlenir (tab.7)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo:6 Ekip-Günlük İş Üretimi

ÜRETİMİN ADI	ORT. EKİP	ÜRETİLEN İŞ			
		İŞÇİNİN		EKİBİN	
	a	b		c = a x b	
100 Dcr BA Betonu	6	3,944	M^3	23,664	M^3
Ön Yapım Kesr Blok	2	51,5	Ad	103	Ad
Taşıyıcı Tuğla Duv	3,7	4,909	M^2	15,710	M^2
Yarım Tuğla Duv	3,7	30,05	M^2	90,26	M^2
Ahşap B.A.Kalıbı	6,4	16,37	M^2	104,77	M^2
Ahşap Kalıp İskelesi	6,4	169,264	M^2	1083,315	M^2
ø8 12 Je Perde Demi	4,1	0,123	TON	0,504	TON
ø8 12 de Tavan Döş Demi	4,1	0,123	TON	0,504	TON
100 Dcr Sap	1,75	124,95	M^2	168,68	M^2
Sap Us 2 K Bölüm	1	118,95	M^2	118,95	M^2
Ekibin Boru Döş	3			1	KAT

Tablo:7 Ort.Ekip Büyüklüklerine Göre İşlemlerin Üretim Süreleri



Uygulamada, ayrı ayrı üretimler olmalarına karşın aynı ekip tarafından üretilen, Taşıyıcı Tuğla Duvar-Yarım Tuğla Duvar-Ön Yapımlı Elemanlarla Yuvarlak Köşe Üretim Süreçleri birbirine karışmıştır.Ahşap kalıp ve iskele üretimleri için de aynı durum sözkonusudur. Bu durumun tersine olarak Demircilik işleri ise Hazırlık ve Montaj gibi birbirinden tamamen farklı niteliklere sahip iki aşamada üretilmiştir.Bunun so-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

sucu olarak ... ağ diyagramı oluşturacak olan bu işlemler - varolan durumu doğru yansıtması açısından-Duvarcılık,Kalıpçılık,Demir Hazırlık ve Demir Montaj olarak belirlenmişlerdir.Dolayısıyla, işlemlerin üretim sürelerinin de hazırlanacak olan mantıksal ağa uyarlanması gerekir (tab.8).

Tablo:8 Mantıksal Ağa Uyarlanmış İşlem Süreleri

İŞİN ADI	İŞİN YAPILDIĞI YER	İŞİN ADI	SÜRESİ	BAŞLAR	
BETONCU	BODRUM KAT	300cm.D.A.Bt	5.3	SON 5.3	SON
"	ZEMİN kat.	"	3	" 3	"
"	1.2.KAT.TAV.	"	2.7	" 2.7	"
"	3.KAT DÖŞ	"	3.9	" 3.9	"
ŞANTİYE ŞE	ŞEF.1.2.3K.TV	ŞE TAŞ.KÜ.AL.	1.5	" 1.5	"
DUVARCI	BODRUM KAT	TAŞ.TUĞ.DUVAR	2.7	" 2.7	"
"	ZEMİN KAT	TAŞ.TUĞ.DUVAR	4.2	"	
"	"	TAŞ.TUĞ.DUVAR	2.4	" 2.9	"
"	1.2.3.KAT	TAŞ.TUĞ.DUVAR	5	"	
"	"	TAŞ.TUĞ.DUVAR	2.4	" 6.4	"
KALIPÇI	BODRUM	PERDE İÇ KL.	2.4	"	
"	"	PERDE İÇ İSK	0.2	" 2.6	"
"	"	PER.DŞ-KO,T.KİR	0.4	"	
"	"	PER.DŞ-KO.T.KİR	0.8	" 10.1	"
"	ZEM-1.2.3KT	KALİP	5.3	"	
"	"	İSKELE	0.8	8.1	
DEMİRCİ	BODRUMDA	PERDE DM	2.3	" 1.2-1	"
"	"	TAV.dem	4.7	" 2.2-2	"
"	ZEMİN 1.KAT	"	4.7	" 3.4-3.1	"
"	2.KAT	"	7.7	" 4.3-3.5	"
"	3.KAT	"	7.3	" 3.1-3.1	"
ZIVANACI	BODRUMDA ÇEV	KOLON ŞAP	1	" 1	"
ŞANTİYE ŞE	ŞAP ÇİZ	3.KAT KİT.Dar	1	" 1	"
ELEKTRİKÇİ	BO.ZEM.1.2.3KT	BO.TÜ.ELK.BA.DÜ	1	" 1	"

Bu aşamalardan sonra: tüm üretim sürecinde - süre ve maliyet açısından - fazlaca etkinliği olmayan "400 doz gap üretimi, Şap Üzerine 2 kat bitüm sürülmesi vb." işlemler gözardı edilerek,her bir işlem ortalama büyüklük ve verimlilikteki tek ekibe yaptırılacak şekilde bir mantıksal ağ diyagramı hazırlanmıştır (ek 1). Üzerinde önemle durulması gereken işlemlerin yer aldığı " Kritik yol " ise, araştırmacı tarafından hazırlanan "CPM.FOR" adlı bir bilgisayar programı ile belirlenmiştir.

2.2.2. MALİYET ANALİZİ

"Bütün plân ve programların bir tek amacı vardır: En ekonomik yatırımı sağlamak ... "(1). Bu doğrultuda öncelikle,piyasa koşullarına uygun gerçekçilikte hazırlanmış bir maliyet analizi ile üretim birim fiyatlarının belirlenmesi gerekir (tab.9).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo:9 Şantiyedeki Üretim Birim Fiyatları

ÜRETİMİN ADI	YERİ	BİRİM	BİRİM FİYAT
İçerisinde 1 M^3 şönd. kireç harc.	Duvar	M^3	12165.00
400 Kg. çim. dozlu inşa harc yap.	Sıvabaşı	"	18778.85
2185 K^2/225 Kg. kireç_çimento kar. sıva harc	Duvar	"	9735.70
400 dan B.A. betonu	Döküm	"	12169.91
300 dan B.A. betonu ile yivsiz kiriş bl. dö.	Duvar	Adet	237.14
" " " (Küçük)	"	"	213.20
225 dan çim. harc ile (19x19x8.5) tuğla ile	Duvar	M^2	10763.06
" " (19x9x8.5) tuğla ile	"	M^2	2015.72
Düz yüzeyli B.A. kalıbı	Sıvabaşı	"	449.36
" "	Kom.+ kat	"	466.11
Ah yüz. nerv. 400 K.g. Ahşap Kalıp işçi.	Sıvabaşı	M^3	57.97
Ø8.12 inşa B.A. demirbük. yer. kon.	Kom. kat	"	59.18
" " "	Döküm	Ton	147450.25
2.5 cm. Kal. 400 Kg. çim. Doz. sav.	B.A. Serbe	"	160799.29
Çap ür. Zıvat bitüm sür.	Sıvabaşı	M^2	621.12
	"	"	26.13

2.2.2.1 DİREKT MALİYET

Tablo 1 ve 9 dan yararlanılarak: Üretim olarak ortaya çıkan (göze görünen) harcamaları belirleyen " Direkt Maliyet ", 1985 inşaat mevsimi Konya piyasa fiyatlarıyla 105745625 ₺ olarak bulunmuştur.

2.2.2.2 İNDİREKT MALİYET

Üretimi dolaylı olarak giren ve elektrik,akaryakıt,bakım ve amortisman,sigorta vb.harcamalar olup toplam 5255519 ₺. olarak bulunmuştur.

Önceden santiye için .ir belirsizlik olan bu türden giderlerin,çeşitli sürelere göre hazırlanacak programlara bir girdi (input) oluşturulabilmesi için CPM in deneyimci yaklaşımı nedeniyle geçmişteki uygulamalardan yararlanılır.Bu amaçla kullanılmak üzere tablo 10 hazırlanmıştır.

Tablo:10 Direkt Maliyete Göre Dolaylı Gider Yüzdeleri

DOLAYLI HARCAMALAR		DİREKT MALİYET	YÜZDE FAKTÖRÜ
ADI	MİKTARI (₺)	(₺)	(%-o/o)
ELEKTRİK	83335.00	105745625.00	0.0008
AKARYAKIT *	65736.00	"	0.0006
BAKIM ONARIM+AM	33378.00	"	0.0003
SİGORTA *	96250.00	"	0.001
TOPLAM DİĞER YÜKÜ	5255519.00	"	0.05

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2.2.2.3 TOPLAM MALİYET

Direkt ve İndirekt maliyetler toplamı olup tüm yatırım harcamalarını kapsayan bu maliyet,yapılan çalışmada 110127146 $ olarak bulunmuştur.

2.3 ELEŞTİRME SÜRECİ

Yatırımın üç temel ögesi vardır:

- Yatırım süresi
- Kapasite
- Maliyet

Bu üç temel ögeyi minimize eden bir çözümün bulunması imkânsızdır. Çünkü bunların en az birinin diğer ikisiyle ters orantılı diyebileceğimiz bir bağıntısı vardır(4). Genelde ödeme gücü düşük üyelerden oluşan konut yapı kooperatiflerinde ise,çözülmesi gereken bir sorun olarak karşımıza çıkan en önemli öge " Maliyet " dir. Diğer taraftan: birçok ülkenin korkulu rüyası Enflasyon,yapım sürecin başından sonuna %100 lere varan maliyet artışı,kiralar vb.sorunlar da dikkate alındığında " süre " ikinci önemli öge olarak karşımıza çıkar.

Bu durumda,hazırlanan programın tekrar gözden geçirilmesi ve kaynakların optimum kârlılıktaki yapım sürecine göre ayarlanması gerekir.

2.3.1 OPTİMUM YAPIM SÜRECİNİN BULUNMASI

Şantiyede hava koşullarının iyi gitmesi nedeniyle 25 Aralık 1995'e kadar sürdürülen üretime kış şartları nedeniyle verilen 64 günlük aradan sonra 28 Şubat 1996 da tekrar başlanmıştır.Mantıksal ağ üzere;bu tarihten sonra kritik yol üzerinde varolan demircilik işlem süreleri toplanınca 67 günlük "kaba yapı"nın 1996 inşaat mevsimine aktarıldığı anlaşılmıştır.

Günümüz koşulları dikkate alındığında,optimum yapım süresinin normal yapım süresinden daha kısa olması gerektiği anlaşılır.Bu süre kısaltımı olayı,daha kısa sürede kaynakların daha yoğun kullanımını gerektirdiğinden beraberinde belirli bir maliyet artışını da getirecektir.

Her bir işlemin "normal süresi" ve gerçekleştirilebileceği en kısa süreyi belirleyen "sıkışık süresi" vardır.Optimum maliyeti sağlayan süre bu iki uç nokta arasında aranır.

2.3.1.1 SIKIŞIK SÜRE ve MALİYETLERİN BULUNMASI

3 günlük bir işin ekipmanının üç kat artırılarak süresinin 1 güne indirilebileceği klasik bir varsayımdır.Buradan yola çıkılarak on

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

blok halinde üretilen kooperatif inşaatının onunda da ayrı ekip çalıştırılarak yapım süresinin onda bire indirilebileceği varsayımı çok yanlış sonuçlara götürecektir.Çalışacak ekip bulunursa,ekiplerin çalıştıkları günden fazla beklemeleri sözkonusu olacaktır.Bu sürelerde ekiplerin başka iş yerlerinde çalışabilecekleri düşünülür ise de; şantiyeler birbirinden tamamen farklı organizasyon ve yapım süreçlerine sahip olduklarından işi aksatmadan, koordineli olarak çalışmaları imkânsızdır.Ekipmanın haddinden fazla artırılması ise: sevk ve idare yönünden ekip başının etkinliğini azaltacağından iş verimini düşürecektir.Yapılan uygulamada: birbiriyle koordineli olarak çalışabilecek optimum ekip sayısı deneme-yanılma yoluyla araştırılmış: 3 kalıpçı, 2 demirci, 3 duvarcı, 2 betoncu ekibin programı 128 günlük bir "sıkışık süredc" tamamlayabileceği saptanmıştır.

Ekiplerin,şantiyede devamlı tutularak programın aksamadan yürümesi için,yevmiyeli olarak çalıştırılmaları mümkün ise de verimlilik açısından yeğlenen bir yöntem değildir.Bu nedenle ekiplere işin piyasa rayicine göre tesbit edilen birim fiyatlar (tab.9) üzerinden " götürü " olarak verilmesi düşünülmüştür.Boşta kaldıkları sürelerde ise,şantiye hizmetinde kullanılarak ona göre yevmiyelendirilmeleri,gerek ekipler gerekse şantiye yönetimi açısından uygun bulunmuştur.Yapı sayılan bu süreye göre ekiplere ödenecek (beklemelerde) ek hizmet ücretleri tablo 11 de verilmiştir.

Tablo:11 Sıkışık Süre Proğramına Göre (Beklemelerde)
Ekiplere Ödenecek Ek Hizmet Ücretleri

Ekip Adı	Ekip					
	Usta	İşçi	a	b	c	
DUVAR	32	6	8.7	22.5	1600	36000
KALIP	64	4	10.4	53.7	3200	529600
DEMİR	2	2	4.1	12.5	1600	384000
BETON	1	5	6	48.9	1600	417600

Sıkışık süre programına göre: demir,beton ve duvar üretimlerine ilişkin birim fiyatlarda, beklemelerde ödenecek olan ek hizmet ücretlerin getirdiği normal bir artış sözkonusu iken kalıp üretiminde ayrıca,kerestenin normal kullanımından çok daha az kullanılmasının getirdiği aşırı bir artış görülür (tab.12).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo:12 Sıkışık Süre Programına Göre
Birim Fiyat Listesi

ÜRETİMİN ADI	YERİ	BİRİM	BİRİM FİYAT
Düz yüzeyli B.A.kalıbı	Subasman	M^2	1319.69
" " " "	Normal K.	"	1193.48
Ön Yük.Bek.4.00 mt.ahşap kalıp işk.	Subasman	M^3	152.73
" " " " " " " "	Normal K.	"	190.60
19x19x8,5 düş.del.tuğla ile taşıyıcı duvar	"	"	13685.72
19x9x8,5 " " " " yarım tuğla duvar	"	M^2	2857.03
Şd.12 ince B.A. döş.buk.yer.kon.	"	Ton	204565.55
" " " " " " "	B.A.perde	"	216849.83
300 dozB.A.Betonu	"	M^3	15637.24

2.3.1.2 OPTİMUM SÜRE ve MALİYETLERİN BULUNMASI

Bilindiği üzere ağ diyagramlarında bir pay kavramı vardır.Yararlanılabilecek süre ile işlem süresi arasındaki fark .... Paylar özellikleri ve işlevlerine göre şu şekilde sınıflandırılırlar:

1. Toplam Pay (Total Float)
2. Erken Serbest Pay (Free Float Early)
3. Geç Serbest Pay (Free Float Late)
4. Bağımsız Pay (İndependent Float)

Maliyet açısından optimum süreyi belirlemek üzere girişilen süre kısaltma işlemlerinde: «... bir işlemin başlama ya da tamamlama zamanlarının,kendinden sonraki işlemlerin başlama zamanlarını etkilemeden geciktirilebileceği süre» (3) olarak tanımlanan "Erken serbest pay" dan yararlanılır.

İşlem sırasında: Önce kritik yolu değiştirmeden (mümkün olan en az maliyet artışı karşılığında),daha sonra ise değişmesi pahasına (gittikçe artan maliyet artışı karşılığında) süre kısaltımı sağlanır. Bu aşamalardan sonra oluşan süre maliyet eğrisinin en düşük noktası optimum süreyi verir.Her bir aşamada kritik yolun değişip değişmediği ve maliyet olarak karşılıkları,ancak amaca uygun bir bilgisayar programı ile denetlenebilir.Uygulamada kullanılan CPM,PDR adlı programın ancak kritik yolu denetleyebilir nitelikte olması nedeniyle;maliyet hesaplamasında kolaylık olması için kritik yol değiştirmeden mümkün olan en kısa süreden yararlanılmak istenmiştir.Max.67 günlük kısaltma (hızlandırma) sonucunda 225 gün olarak bulunan bu süre araştırmacı tarafından " kısaltılmış süre"olarak adlandırılmıştır.

Süre kısaltma işlemlerinde kullanılmak üzere Çetmeli tarafından:

S: Birim Maliyet Artışı

M_b Sıkışık Maliyet

M_n Normal Maliyet

t_b Sıkışık Süre

t_n Normal Süre

$$S = \frac{M_b - M_n}{t_n - t_b}$$

şeklinde bir formülasyon tanımlanmıştır. Buna göre hesaplanan her bir üretime ilişkin " Birim Maliyet Artışı " tablo 13 de görülmektedir.

Tablo:13 Birim Süre Kısaltımı İçin Gerekli Birim Maliyet Artışları

ÜRETİMİN ADI	YERİ	BİRİM	BİRİM MALİYET ART.
Düz yüzeyli B.A.kalıbı	Subasman	M^2	5.27 TL/gün
" " " "	Norm.K.	"	4.43 TL/gün
En yüksek Nok. 4.00 mt.aksaç kalıp işk.	Subasman	M^3	0.58 TL/gün
" " " " " " " "	Norm.K.	"	0.85 TL/gün
19x19x8,5 düş.del.tuğla ile taşıyıcı duvar	"	"	20.26 TL/gün
19x9x8,5 " " " " yarım tuğla duvar	"	M^2	5.12 TL/gün
Ø8.12 ince B.A. dem.bük.yer.kon.	"	Ton	341.82 TL/gün
" " " " " " "	B.A.Perde	"	378.70 TL/gün
300 dez B.A. Betonu	-	M^3	21.75 TL/gün

Mantıksal ağ üzerine, erken serbest paylarından yararlanılarak mümkün olan süre kısaltımları her bir işleme işlenmiştir. Bu miktarlardan ve tablo 13 den yararlanılarak yapılan hesaplama sonucunda; 67 günlük süre kısaltımı karşılığında, tüm üretimde 185196 TL lık bir maliyet artışı olacağı belirlenmiştir.

Buna karşın günümüz Türkiye koşullarında, hiç de gözardı edilmemesi gereken bir gerçek de daha önceden belirlendiği üzere, işçilik ve yapı gereçlerindeki fiyat artışlarıdır. Analiz sırasında, 292 günlük üretim sürecinin (normal süre) başından sonuna, ilgili üretimlerde %57 lik bir maliyet artışı gözlenmiştir. Bu dikkate alınarak: Sıkışık süre, kısaltılmış süre ve normal süre programlarında fiyat artışlarından etkilenme durumlarına göre her bir üretime ilişkin, toplam maliyetler ayrı ayrı çıkarılmış, tablo 14 de özetlenmiştir.

Görüleceği üzere, en düşük maliyeti "kısaltılmış süre programı" verdiğinden ... optimum süre 225 gün, optimum maliyet ise,

117793363 + 185186 = 117978559 TL. olarak belirlenir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo:14 Fiyat Artışlarından Etkilenme Durumlarına Göre Toplam Maliyetler

ÜRETİMİ AÇ	SIKIŞ MALİYET	KISALTILMIŞ SÜRE MALİYET	NORMAL SÜRE MALİYET
KALIP+İSKELE	17075913	16976451	17625900
TAŞ.YARM TOV	47521878	47201378	47851308
(+B 12) DEMİR BUK	25259148	24914773	25157068
BİRİ BA BET	43315168	42697748	42933200
MALZEME	3013625	3013625	3013625
ELEKTRİKÇİLİK	790363	790363	7?9?5
TOPLAM	137386095	137793363	137364046

2.4 AYARLAMA (KAYNAK DAĞITIMI-YÜKLEME SÜRECİ)

Bu aşamada: optimum sürede inşaat tamamlamak üzere gereksinilen ekip büyüklükleri histogramlar üzerine belirlenir (ek 2).

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

CPM uygulaması yapılan bu çalışmada,direkt maliyetden 20 milyon, İndirekt maliyetten ise 2 milyon civarında toplam 22 milyonluk bir ekonomi sağlanmıştır.200 milyonluk inşaatta onda bir ekonomi ....

Son yıllarda gelişmekte olan ülkeler bir taraftan yeni projeleri uygulama alanına koyarlarken diğer taraftan da planlamaya daha fazla önem vermeye başlamışlardır.Ancak,bu planlama eylemi daha çok en üst düzeyde kalmış,tek tek projeler düzeyine inememiştir (3). Bunun doğal sonucu olarak etkin bir denetim imkanı kalmamıştır.Projeler bugünkü enflasyonist ortamda öngörülenden daha geç bitirilmekte,zaten kısıtlı olan kaynakların gereksiz yere kullanılmasına ve üretim maliyetinin yükselmesine neden olmaktadır.

Ulaşılmak istenen, sadece en iyi programı yapıp duvara asmak değil,değişen koşullara derhal uyarlanabilecek etkinliğe sahip planlama ve programlama sistemidir.

CPM bu etkinliğe sahip planlama yöntemlerinden biridir ancak... unutulmaması gereken bir nokta amaç değil, araç olduğudur.

KAYNAKÇA

1.Çetmeli, Enver. Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metodları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1972.

2.Oğuzalp, Ercan Hamid. Toplu Konut Organizasyonlarında Planlama-İzleme Olayının Rasyonelleştirilmesi ve Bir Uygulama , Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,Yıldız Üniv.İstanbul, 1986.

3.Sağan, Kaya. Ağ Çözümleme Yöntemleri İle Planlama ve İzleme,Sistem Yay.,Ankara, 1974.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

MİKRO BİLGİSAYARLARDA CPM PROGRAMI HAZIRLARKEN KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE ÖNERİLER

Doç. Orhan Yüksel
Anadolu Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
ESKİŞEHİR

ÖZET

Yatırımların süre amaçlı olarak planlanmasında işlem sayıları 500 ü aşınca elle hesaplama güçleşmektedir. Kaynak dengelemesi, kısıtlı kaynak kullanımı, süre-maliyet optimizasyonu ya da yatırımların kontrol ve revizyonlarında bu sayı 50-60 işleme bile ulaşamamaktadır.

Yönetim kademesinin deneyimle çözemeyeceği karmaşa ya da büyüklükteki yatırımlarda işlem sayısının 1000 den başladığı düşünülürse planlamada bilgisayarın kaçınılmazlığı ortadadır.

Bu sorunların PC lerde çözümlenebilmesi mümkündür. Satınalma ve kullanım kolaylığı da düşünülürse PC ler daha da çekici olmaktadır. Ancak, PC ler bu avantajlarına karşın birçok sorunu da beraberinde getirmektedir.

Burada CPM programı hazırlarken uygulamanın getirdiği sorunlar, bilgisayarın kapasite ve hesap süresinin kısaltılması sorunlar ve bunlara getirilebilecek çözümler tartışılacaktır.

1. GİRİŞ

Günümüzde yaygın olarak bürolara giren PC lerde kullanılmak üzere CPM programı hazırlanırken ne gibi sorunlarla karşılaşılabilir ve çözümler neler olabilir? Sorunun yanıtı kuşkusuz yapılmak istenen programdan beklenenlerle doğrudan ilişkilidir. O halde önce "CPM programında neler bulunmalıdır?" sorusu açıklığa kavuşturulmalıdır.

1. Serimi hazırlayan fazla dikkat harcamadan işini yapabilmelidir. Düğümler gelişigüzel numaralanabilmeli, yapılabilecek döngü hataları kolayca bulunabilmelidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

2. Yatırımın kontrol ve revizyonu yapılabilmelidir. İşlemlere ilişkin bilgiler değiştirilebilmeli, yeni işlemler eklenebilmeli ya da mevcutları iptal edilebilmelidir.

3. Çok sayıda işlemi içeren yatırımlar planlanabilmeli ve hesap oldukça kısa sürede yapılabilmelidir.

4. Her türlü çıktı alınabilmeli, bunlar gün, takvim ya da çubuk diyagramı şeklinde veya geleneksel Gant Chart şeklinde olabilmelidir.

5. Süre hesaplamalarının dışında kaynak dengelemesi, kısıtlı kaynak kullanımı ve süre-maliyet optimizasyonuna yönelik çözümler de verilebilmelidir. Sonuçlara ilişkin grafikler ve profil eğrileri revizyonlara, kaynak miktarlarına kolayca uyabilmelidir.

Değişik tez çalışmalarında [1],[2], [3]geliştirilen programın hazırlanmasında ortaya çıkan sorunlar bildirinin özünü oluşturacaktır.

Yukarıda sıralanan beklentilerin programlama aşamasında ortaya çıkaracağı sorunlar ana başlıklar halinde incelenecektir.

2. KAPASİTE SORUNU

Programlamada ilk karşılan sorun kapasite sorunudur. Bunun çözümü için şunlar yapılmalıdır;

1. Tüm matrisler zorunlu haller dışında tamsayılı açılmalıdır. Böylece sayıların gereksiz olan ondalık kısmı için bellek kaybı olmayacaktır.

2. Nümerik ve alfanümerik veriler diskete yazılmalı, oradan alınıp kullanılmalıdır.

3. Program fonksiyonel parçalara ayrılarak kullanılmalıdır. Bir parça görevini bitirdikten sonra işlenen bilgileri depolayan satırlar dışında silinip bir sonraki aşama için gerekli kısım getirilmelidir.

4. COMMON dışındaki matrislerin boyutları veriye bağlı olarak değişken açılmalıdır. Mümkünse bir matris birkaç değişik amaç için kullanılabilmeli, yeni matris açılması yoluna gidilmemelidir. Zamana bağlı olarak uzayacak türdeki matrislerde eğer kullanılan kısımların tekrar kullanılması söz konusu değilse problemin türüne bağlı uzunlu-

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ğu olan bir matris MOD deyimi ile kullanılmalıdır.

5. Bir veri kümesinde yalnızca belirli olanları kullanılacaksa matris açmak yerine onlara disket veya memory diskten erişilmelidir.

6. Kullanılan alfanümerik değişkenler için gerekli uzunlukta bir boyut tanımlanmalı, tüm program boyunca-olabildiğince az sayıda ayrılan- bu yerler ortak olarak kullanılmalıdır.

3. HESAP SÜRESİ

PC lerde hesap süresinin uzun olması büyük bilgisayarlara oranla önemli bir maliyet sorunu doğurmamaktadır, ancak, büyük işlerde ve çok sayıda kontrollerin yapıldığı durumlarda bu süre sonucun elde edilmesi yönünden önemli olmaktadır. Burada şu öneriler yapılabilir;

1. Program ve veri alışverişi disket yerine MEMDİSK'ten yapılmalıdır.

2. Bellek dışındaki verilere erişim -toptan kullanılmayacaklarsa- rassal olarak yapılmalıdır.

3. Programda olabildiğince tamsayılarla çalışılmalıdır.

4. İşlenen bilgilerin ya da verilerin diskete -memdiske kaydı ve oradan alınması birer- birer yapılmayıp işin özüne bağlı olarak toptan yapılmalıdır. Sözgelimi işlemi tanımlayan 10 veri varsa bu bilgilerin tamamı bir defada girilmelidir.

5. Hesap süresini azaltıcı özel çözümler aranmalıdır. Düğümlerin topologic sıralanması, sıralamalarda sorunun elverdiği yöntemlerin kullanılması [4], [8],[10] sağlanmalıdır.

6. Herhangi bir hesaplamada (takvim, çubuk diyagramı,...) IF deyimi içermeyen çözümler aranmalıdır.

4. SIRALAMA SORUNU

Ag diyagramı ile planlamada işlemler hesap gereği, çıktılar alınırken,... tekrar tekrar sıralanırlar. Bu, yukarıda da belirtildiği gibi önemli ölçüde süre alır. Az sayıda (10-15 elemanlı) sıralamalarda kabarcık sıralaması, elemanları arasında fazla boşluk olmayan sıralamalarda [10]da önerilen yöntem, diğer hallerde de Quick Sort 2 veya Quick Sort 3 kullanılmalıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

5. UYGULAMAYA YÖNELİK SORUNLAR

5.1. Hata Arama

Serim hazırlanırken CPM mantığına tersdüşen döngüler oluşturulabilir. Bu hata ayrıtların oluşturduğu döngüler şeklinde olabileceği gibi iki ayrı düğüme aynı numara verilerek de yapılabilir [5]. Hiç bir hesaba girilmeden önce serimde döngü olup olmadığı aranmalıdır. Varsa tüm döngüler ayrı ayrı gösterilmelidir.

5.2. Düğümlerin Numaralanması

Serimlerde düğümler ardışık ve ok yönünde büyüyecek şekilde numaralanırlarsa düğümlerin erken ve geç tamamlanma zamanları daha kısa zamanda yapılabilmektedir. Bu nedenle ilk programlar bu doğrultuda hazırlanmıştır [5], [7]. Serimlerde işlem sayıları binlere doğru çıkınca bu kurala uyulması zorlaşmakta, giderek olanaksızlaşmaktadır. Bu amaçla yeni yazılımlarda düğümlerin rassel olarak numaralanmasına izin verilmekte, daha sonra bunlar değiştirilerek yeniden numaralanmaktadır (topological sorting - ranking). Hesaplama zamanındaki kazancın oldukça büyük olduğu unutulmamalıdır.

5.3. Yatırımın Kontrol ve Revizyonu

Planlamanın geleceğe yönelik tahminlerden oluşan bir çalışma olması [9] ve bu tahminlerin doğruluğunun planlamayı yapanın görgü ve bilgisine bağlı olması, ayrıca iş ortamında beklenilenin üzerinde değişikliklerin daima olabilmesi -özellikle inşaat sektöründe- sık sık revizyonları gerektirmektedir. Bu, işlemlere ilişkin bilgilerde (süre, kaynak, ...) değişiklik şeklinde olabileceği gibi, işlemlerin iptali ya da yeni işlemler eklenmesi şeklinde de olabilir.

5.4. Çıktıların Takvim Şeklinde Alınması

Hesaplamaya ilişkin çıktılar gün, çubuk diyagramı şeklinde olabileceği gibi takvim şeklinde de olabilir. Bu tür çıktılarda genelde ya takvime ilişkin bilgiler bilgisayara verilir [6] veya gereksinime göre takvim hesabı makineye yaptırılır. İkinci yolun daha kullanışlı olduğu görülmektedir. Dini bayramların hesabında bir kuralın konulamaması sorununun olduğu unutulmamalıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

5.5. Çıktıların Düzenlenmesi

Tablo, çubuk diyagramı veya grafik olarak alınacak çıktılarda şunlara dikkat edilmelidir;

1. A4 normuna göre çıktı alınıyorsa sayfanın solundaki, üstündeki ve altındaki boşluklar ayarlanmalıdır. Değişik uzunluktaki sayfalar için sayfa uzunluğu bilgisayara tanımlanabilmelidir.

2. Kaynak profil eğrilerinde apsis ve ordinat ölçüleri duruma göre değişebilmelidir. Ara kontrollerde profil eğrilerinin başlangıcı işin başlangıcına göre değil kontrolun yapıldığı güne göre alınmalıdır, böylece grafiğin daha duyarlı olarak görülmesi sağlanır.

3. Çıktıların geleneksel çubuk diyagramı şeklinde alınması istenirse -inşaat yatırımlarında- inşaat mevsiminin başlangıcı - bitişi, işe başlama ve bitiş günleri görülebilmeli ve diğer resmi tatil günleri gözönüne alınmalıdır.

4. Kaynakların aylık dökümü veriliyorsa bu tablo da kontrolun yapıldığı ay ve sonrasını sergileyebilmelidir.

6. SONUÇ

Yazıcı kullanılarak alınan değişik çıktılar izleyen çizelgelerde görülmektedir. Burada anlatılanların konuya ilişkin tüm sorunları ve onların çözümlerini içerdiği söylenemez. Bilgisayarlardaki ve planlamadaki gelişmelere paralel olarak bu çalışmalar da sürmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

1. BANAR, S., İnşaat Yatırımlarında Sınırlı Kaynak Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 106 s, 1987 (yayımlanmamış).

2. EYECİ, Y., Birden Fazla İnşaatta İşgücü Planlaması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 86 s, 1985 (yayımlanmamış).

3. KOCATÜRK, N., Cost Scheduling in Construction Projects Using CPM, M.S. Thesis, Middle East Technical University, 146 p, 1987 (Unpublished).

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

4. MARTIN, W.A., Elektronik Hesap Makinaları İle Sıralama, Çeviri: N. Yücel, İ.T.U. Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsü Yayınları, 15, 44 s, İstanbul, 1973.

5. MODER, J.M. and PHILLIPS, C.R., Project Management With CPM and PERT, Van Nostrand Reinhold Company, 360 p, 1970.

6. O'BRIEN, J.J., CPM in Construction Management, Mc Graw-Hill Book Company, USA, 321 p, 1971.

7. PHILLIPS, C.R., Fifteen key features of computer programs for CPM and PERT, The Journal of Industrial Engineering, Vol. XV, No. 1, pp. 14-20, January-February 1964.

8. TOPÇU, A., Sayısal ve alfanümerik vektörlerin bilgisayarlarda sıralama yöntenleri, Anadolu Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak Dergisi, Cilt II, Sayı 2, S. 29-39, 1985.

9. TOSUN, K., İşletme Yönetimi, Cilt I, Fakülteler Matbaası, 485 s, İstanbul, 1974.

10. YÜKSEL, O., Mikrobilgisayarlar için bir sıralama yöntemi, Prof.Dr. Suat Mirza'nın Anısına Armağan, A.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Cilt II, Sayı 36, s. 27-33, Eskişehir, 1986.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 1: Düğüm numaralarının değiştirilmesi

1	96	16	107	31	98	46	66	61	52	76	44
2	103	17	123	32	109	47	70	62	57	77	45
3	111	18	124	33	105	48	58	63	68	78	64
4	123	19	110	34	115	49	94	64	57	79	63
5	117	20	113	35	116	50	113	65	60	80	79
6	119	21	118	36	108	51	117	66	67	81	68
7	121	22	119	37	108	52	121	67	111	82	81
8	101	23	149	38	126	53	122	68	112	83	82
9	126	24	150	39	137	54	121	69	113	84	83
10	87	25	154	40	147	55	132	70	120	85	1
11	91	26	65	41	148	56	141	71	127	86	2
12	93	27	88	42	152	57	142	72	129	87	58
13	99	28	91	43	48	58	146	73	133	88	51
14	101	29	92	44	56	59	64	74	148	89	103
15	106	30	97	45	57	60	46	75	145	90	114

Tablo 2: Sarımla veriler

1	3	2	17	23	8
1	5	3	23	24	11
1	4	5	13	24	13
1	2	69	21	26	18
1	2	30	28	26	16
2	0	3	1	36	36
2	2	18	17	32	8
3	4	4	25	24	12
4	0	5	1	36	36
4	0	10	1	36	36
5	14	6	27	24	14
6	14	7	28	24	15
6	5	13	13	31	13
7	0	8	1	36	36
7	10	17	1	36	21

7	10	69	1	36	21
8	2	9	25	26	15
9	0	15	1	36	36
9	5	19	1	36	28
9	10	24	1	36	21
10	6	11	21	33	11
11	3	12	25	33	12
12	0	13	1	36	36
12	0	18	1	36	36
13	14	14	27	33	14
14	0	15	1	36	36
14	1	20	19	27	13
15	6	16	28	33	15
16	0	22	1	36	36
16	10	25	1	36	21

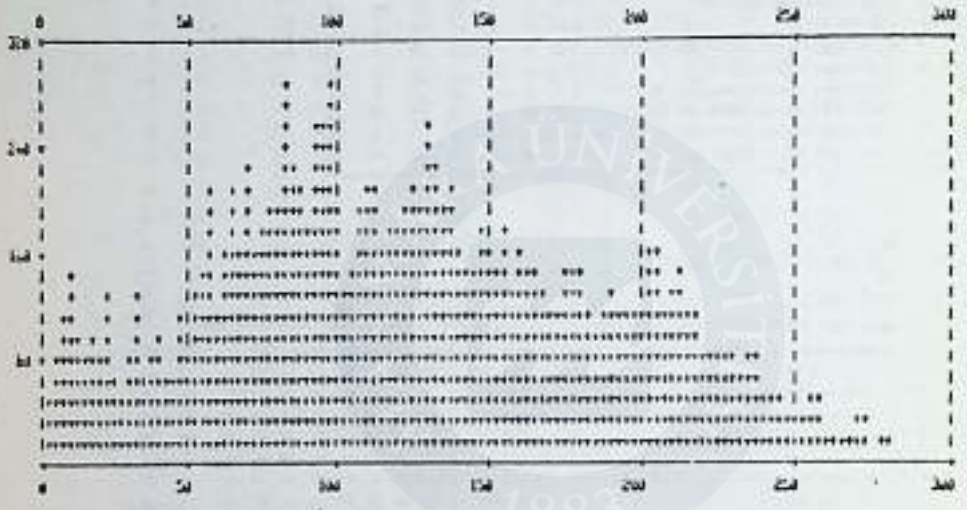
17	6	16	46	24	10
17	10	44	1	6	21
18	1	19	24	27	11
19	2	20	23	27	12
20	2	21	27	27	14
21	0	22	1	36	36
21	2	47	20	29	13
22	1	23	28	27	15
23	0	24	1	36	36
23	5	25	1	36	28
23	10	41	1	36	21
24	2	28	26	46	18
24	10	50	1	36	21
25	6	26	26	33	14
26	3	27	22	35	18

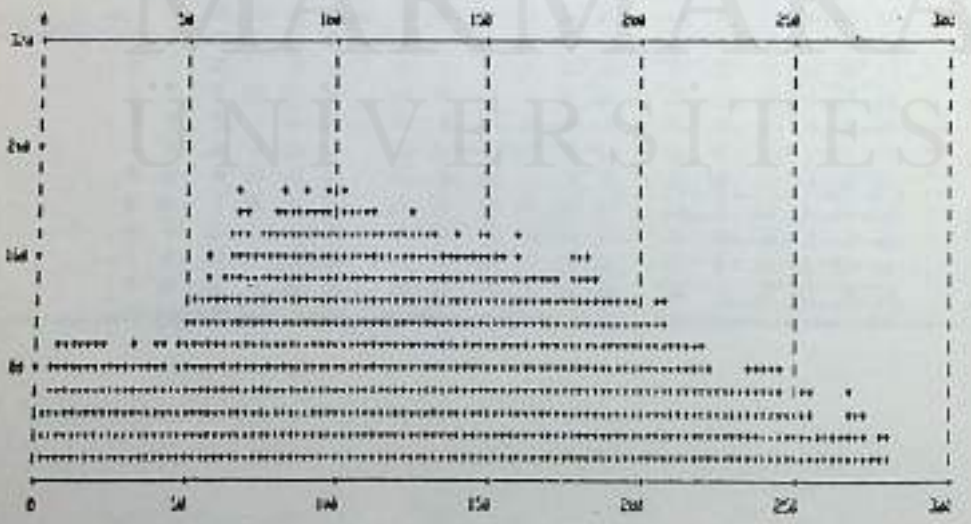
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 1: Güz, takvim ve çubuk diyagramı şeklinde çizelge

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

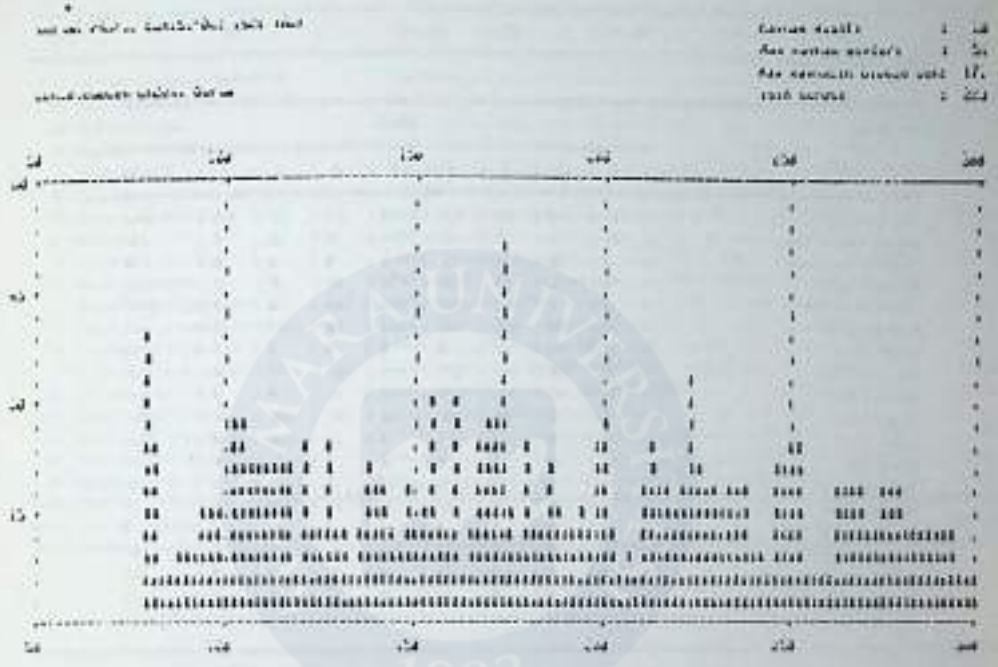
Tablo 4: Eşzamanlı başlangıçlara göre çoklu projede kaynak dengelenmesi

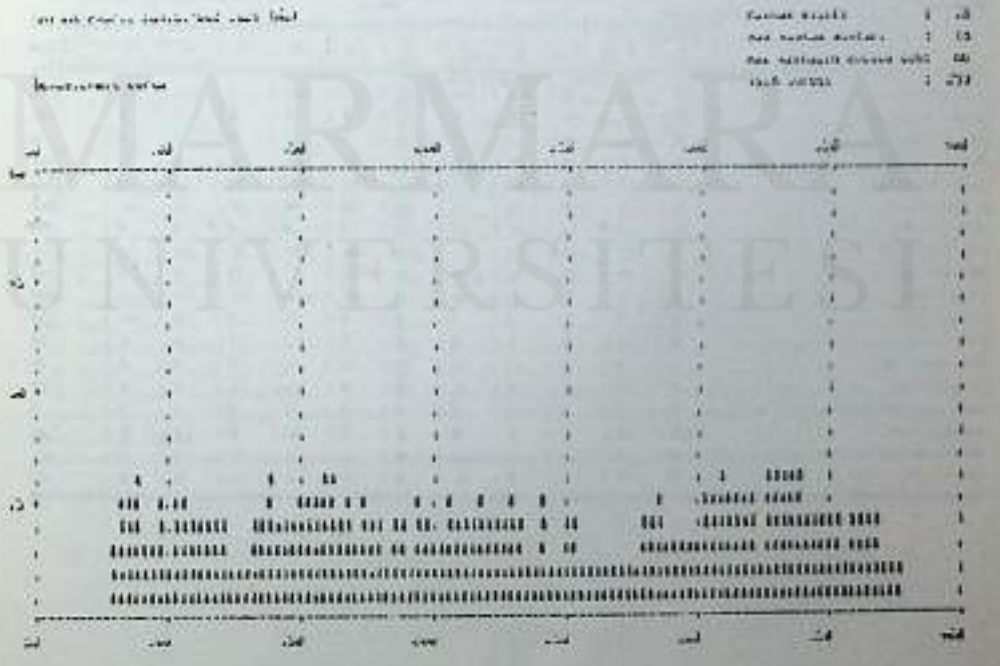




MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 5: Kısıtlı kaynak kullanımı halinde dar açı profili eğrisi





MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 6: Kentte kaynak kullanımında konutların aylık dağılımı

[illegible]

[illegible]	Aylar												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
[illegible]	[illegible]												
Toplam	2149	1941	1761	1453	1081	756	615	611	1000	1618	1918	2147	17974
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[illegible]

[illegible]	Aylar												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
[illegible]	[illegible]												
Toplam	1784	1611	1461	1206	897	627	510	507	830	1343	1592	1782	14910
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[illegible]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Tablo 7: Geleneksel iş programı

No	İşin Adı	Süresi (Gün)	Önceki İşler	En Erken Başlama	En Erken Bitiş	En Geç Başlama	En Geç Bitiş	Toplam Serbest Süre
1	İnşaat sahasının hazırlanması	3	-	0	3	0	3	0
2	Vinç temini	2	-	0	2	1	3	1
3	Çit Yapılması	4	-	0	4	0	4	0
4	Geçici su tesisatı	5	1	3	8	3	8	0
5	Kazı işi	7	1	3	10	4	11	1
6	İş sahasının düzenlenmesi	3	1	3	6	8	11	5
7	Temel atmaları E.1	6	3	8	14	8	14	0
8	Hafriyat	2	5	10	12	12	14	2
9	Temel atmaları E.2	5	5	10	15	10	15	0
10	Kazık makinesi	1	6	14	15	14	15	0
11	Kazık çakma hafriyatı E.1	3	6	14	17	15	18	1
12	Kazık çakma ve betonlama E.1	2	10	17	19	18	20	1
13	Betonarme hafriyat E.1	10	7	14	24	14	24	0
14	Betonarme ve betonlama E.1	8	12	24	32	24	32	0
15	Beton dökümü	3	13	32	35	32	35	0
16	Betonarme hafriyat E.2	10	9	15	25	25	35	10
17	Betonarme ve betonlama E.2	10	16	35	45	35	45	0
18	Kazık çakma hafriyatı E.2	2	9	15	17	23	25	8
19	Kazık çakma ve betonlama E.2	3	18	45	48	45	48	0

Toplam inşaat süresi: 48 gün

No	İşin Adı	Süresi (Gün)	En Erken Başlama	En Erken Bitiş	En Geç Başlama	En Geç Bitiş	Toplam Serbest Süre
1	İnşaat sahasının hazırlanması	3	0	3	0	3	0
2	Vinç temini	2	0	2	1	3	1
3	Çit Yapılması	4	0	4	0	4	0
4	Geçici su tesisatı	5	3	8	3	8	0
5	Kazı işi	7	3	10	4	11	1
6	İş sahasının düzenlenmesi	3	3	6	8	11	5
7	Temel atmaları E.1	6	8	14	8	14	0
8	Hafriyat	2	10	12	12	14	2
9	Temel atmaları E.2	5	10	15	10	15	0
10	Kazık makinesi	1	14	15	14	15	0
11	Kazık çakma hafriyatı E.1	3	14	17	15	18	1
12	Kazık çakma ve betonlama E.1	2	17	19	18	20	1
13	Betonarme hafriyat E.1	10	14	24	14	24	0
14	Betonarme ve betonlama E.1	8	24	32	24	32	0
15	Beton dökümü	3	32	35	32	35	0
16	Betonarme hafriyat E.2	10	15	25	25	35	10
17	Betonarme ve betonlama E.2	10	25	35	35	45	10
18	Kazık çakma hafriyatı E.2	2	15	17	23	25	8
19	Kazık çakma ve betonlama E.2	3	35	38	45	48	10

Toplam inşaat süresi: 48 gün

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

XI. ULUSAL YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI
KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI, 1987

YATIRIM VE FİNANSMAN KARARLARININ BAĞIMLILIĞI

G. Büyükyenerel
O.D.T.Ü. Mühendislik Bilimleri Bölümü, Ankara

ÖZET

Ağırlıklı sermaye maliyeti kullanarak yatırım ve finansman kararlarını kısmen bağımsız almak yerine bunların bağımlılığını gerçeğe daha uygun biçimde hesaba katmaya imkan veren bir model sunulmaktadır.

YATIRIM VE FİNANSMAN KARARLARI.

Fon kaynaklarının yatırım imkanlarına göre kıt olmadığı, sermaye maliyetinin sabit sayılabileceği durumlarda yatırım kararlarını finansmandan bağımsız alma eğilimi vardır. Ancak genel olarak fon kaynakları kıttır. Değişik miktarlarda ve maliyetlerde bloklar halindedir. Bunlar geri ödeme koşulları, obligasyonlar yerine getirilmediği takdirde doğacak yükümlülükler bakımından da farklılık gösterirler. Diğer taraftan yatırım projeleri de risk dereceleri, hedeflere ulaşılmadığı takdirde ortaya çıkabilecek durumunlar doğacak zararlar bakımından farklı gruplara konabilir. Optimum sermaye yapısı belirlenirken firmanın girişeceği projelerin genel ortalama risk derecesi hesaba katılmakta, sermaye yapısındaki borç oranı buna göre belirlenerek kullanılacak fonların

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

risk derecesi kısmen dengelenmekte ise de projelerin risk derecelerinin farklı olması durumunda yatırım kararlarının finansmandan bağımsız alınması ile bu dengeden uzaklaşılabilir. Bundan başka, projelerle ilgili nakit akımlarının şimdiki değerlerinin hesaplanmasında, değişik nakit akımlarının birbiriyle karşılaştırılmasında kullanılan ortalama sermaye maliyeti, finansal enstrumanların değerlendirilmesinde ve buradan sermaye maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan ortalama gelir oranları bu hesaplarda yatırım ve finansman kısmen bağımsız alındığından gerçek değerlerinden uzak olabilir. Yatırım ve finansman kararlarının bağımlılığını gerçeğe daha uygun biçimde hesaba katmaya imkan veren bir lineer programlama modeli bu bakımdan daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Bir işletmede proje önerilerinin oluşturulmasından yatırım ve finansman kararlarının verilmesine kadar faaliyetlerin tamamına bakılırsa bu çok yönlü ve karmaşık bir proses olduğundan rijit bir model gerçekçi olmayacaktır. Bir uçta mevcut prosedürlerde herhangi bir değişiklik önermeksizin sadece karar mekanizmasını destekleyen bir enformasyon sistemi düşünülebilir. Sonra bu sistem veri işleme modülleri ile takviye edilebilir. Satış tahminleri, nakit akımı, proforma bilanço ve gelir tablosu jeneratörleri gibi. Daha sonra sistem optimizasyon modülleri ile takviye edilebilir. Sistemin bazı bileşenleri organizasyonun diğer fonksiyonlarınınkilerle tabi etkileşim içinde olacaktır. Rijit olmaksızın karar mekanizmasını destekleyici mahiyette modeller yatırım ve finansman konularında danışmanlık hizmetleri sunan firmalarca yaygın şekilde kullanılmaktadır. Diğer taraftan bütçe sınırlamaları altında nakit akımının şimdiki değerini maksimum yapmayı amaçlayan, risk faktörünü

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

değişik şekillerde hesaba katan birçok lineer, nonlineer, dinamik programlama modelleri mevcuttur.

Burada yatırım ve finansman karar mekanizmasını destekleyen bir enformasyon sistemine entegre edilebilmesi amaçlanan bir lineer programlama modeli sunulacaktır.

MODELİN ÖZELLİKLERİ.

Katsayılar proforma bilanço ve gelir tablolarındaki girdiler ve bunlardan türetilecek diğer çokluklar cinsinden ifade edilecektir.

Mecbur kalmadıkça bütün gelir ve giderler ait oldukları yılda bırakılacak, sermaye maliyeti, faiz oranı veya gelir oranı kullanıp ileriye geriye projeksiyonlar alınmayacaktır.

Özellikle amaç fonksiyonunda projelerin nakit akımlarının şimdiki değeri sabit bir sermaye maliyeti kullanarak hesaplanmayacak, bir finansal enstruman mümkün olduğu kadar bir nakit akımı şeklinde karakterize edilecek ve bu nakit akımı programda o şekilde bırakılacaktır.

Değerlendirilmesi karmaşık olan hisse senedi gibi enstrumanlar için şimdilik sermaye maliyeti veri olarak alınıp buradan eşdeğer bir nakit akımı kurulacak ve programda bu kullanılacaktır. Nakit akımı paternleri değişik olan tahviller ve diğer boro enstrumanları ayrı enstrumanlar olarak muamele göreceklerdir.

Şimdiki değerler, marjinal sermaye maliyetleri, ortalama sermaye maliyetleri model tarafından değerlendirilecektir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

PROFORMA FINANSAL TABLOLAR.

Arasında seçim yapılacak bağımsız projeler P1, P2, ..., PN, finansal enstrumanlar Q1, Q2, ..., QM olsun. Şimdiki yıla 0, en erken projenin ilk yılına 1, son projenin son yılına TF diyelim. 0-TF yılları için hazırlanacak proforma bilanço ve gelir tablolarının girdilerinden ve bunlardan türetilecek diğerlerinden lineer programda kullanılacak olanların bazıları şunlardır.

CA	Cari aktifler
FA	Sabit varlıklar
ACDEP	Birikmiş amortisman
NFA	Net sabit varlıklar
TA	Toplam aktifler
CL	Cari borçlar
LTD	Uzun vadeli borçlar
PCS	İmtiyazlı hisse senetleri
CS	Adi hisse senetleri
RE	Dağıtılmamış karlar
TLE	Toplam pasifler

S	Satışlar
FCOC	Sabit nakit işletme maliyeti
VCOC	Değişken nakit işletme maliyeti
COC	Nakit işletme maliyeti
DEP	Amortisman
EBIT	Faiz ve vergi öncesi gelir
INT	Faizler
EBT	Vergi öncesi gelir
TAX	Vergiler
EAT	Vergi sonrası gelir
PDIV	İmtiyazlı hisse senedi temettüleri
DIV	Adi hisse senedi temettüleri
ARE	Dağıtılmamış karlara ilaveler

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

NS Adi hisse senedi sayısı
EPS Adi hisse senedi başına gelir

Yukardaki girdilerin bazıları birçok kalemden oluşan girdi gruplarıdır. Örnek olarak nakit işletme maliyeti emek, stoklar ve diğer kalemler ve bunların herbiri alt kalemlerden oluşabilir.

LINEER PROGRAMLAMA.
Proje PJ'nin kabul veya reddedilmesi XJ değişkeninin 0 veya 1 değerini alması ile ifade edilsin. Finansal enstruman QI ile borçlanma düzeyi 0 ile ULI arasında değişen UI değişkeni ile gösterilsin. Proje PJ'nin gerektirdiği net yatırım artı net işletme sermayesi IJ net nakit akımı BTJ, finansal enstruman QI'yi karakterize eden nakit akımı CTI*UI olsun.
BTJ ve IJ katsayıları bir önceki bölümde adı geçen mali tablo girdileri cinsinden ifade edilir. Bağımsız projeler söz konusu olduğundan şimdiki yılın tabloları normalize edilerek tablolar aditif hale getirilebilir. Ekspozisyonu basit tutmak için, artan nakiti bir sonraki yıla aktarmanın sabit bir gelir oranı ile daima mümkün olduğu varsayılacaktır. Bu gelir oranı c, q = 1+c olsun.

0-1 karma lineer programlama modelinde maksimumu bulunacak amaç fonksiyonu olarak

NPV = U1+U2+...+UM-I1*X1-I2*X2-...-IN*XN

sınırlama olarak projelerin nakit akımının borçlanma nakit akımlarını her dönemde karşılaması alınacaktır

C11*U1+...+C1M*UM+V1 ≦ B11*X1+...+B1N*XN

C21*U1+...+C2M*UM+V2 ≦ B21*X1+...+B2N*XN+q*V1

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

$CTF1*U1+...+CTFM*UM \leq BTF1*X1+...+BTFN*XN+q*V(TF-1)$

Burada VT T yılında artan nakitten T+1 yılına aktarılacak kısmı göstermektedir. Artan nakitin tamamı veya sabit bir oranı veya seçilen projelerin nakit akımlarının o dönemdeki varyasyonlarına dolayısıyla risklerine bağlı bir oranı olarak alınabilir. Bu sonuncusu hangi projelerin seçileceği henüz bilinmediğinden programın lineer yapısını bozar, model 0-1 karma nonlineer programlama modeli olur.

Net işletme sermayesindeki artışların ait oldukları yıllarda bırakılması ve bir projeyle ilgili yatırımların birden fazla dönemde olması durumunun kapsanması için modele T yılındaki borçlanma düzeyini gösteren UTI gibi değişkenleri, sınırlamalara uygun terimleri eklemek gerekir.

Dövizin gerektiği durumları kapsamak için net yatırım IJ kalemlere ayrılıp döviz fonları üzerine amaç fonksiyonundaki gibi bir ifadenin sıfır veya pozitif olması şartı sınırlamalara eklenir

Modelde gereken uyarlama yapılarak bir yıl yerine altı ay, üç ay gibi dönemler alınabilir.

DİĞER SINIRLAMALAR.

Lineer program çözüldükten sonra sonuçlar proforma tablo jeneratörüne verilerek projelerin ayrı bilanço ve gelir tablolarından seçilen projeler grubu için proforma tablolar türetilir ve şimdi fonlar da belirlenmiş olduğundan tablolardaki eksik girdiler tamamlanır. Bu tablolardan diğer standart tablolar, finansal oranlar, indeksler, indikatörler türetilir ve sonuçlar çeşitli açılardan değerlendirilebilir. Bu şekilde lineer programlamanın sonuçları alışılmış,

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

uzun yıllar denenmiş daha az kantitatif hatta tamamen sezgisel metodların süzgecinden geçirilebilir.

Bu proses kısmen lineer programa dahil edilebilir. Örnek olarak optimum sermaye yapısını alalım. Bunun belirlenmesi programdaki proje adaylarının ömrünü aşan daha uzun vadeli bir stratejik planlamanın parçası olabilir. Sermaye içindeki borç oranı bu sekilde lineer programın dışında belirlenmişse, bu programa sınırlama olarak, fon değişkenleri UI'ler üzerine lineer bir sınırlama olarak eklenebilir.

Adi hisse senedi başına gelir, adi hisse senetlerinde seyrelme, finansal oranlar, işletme ve finansal manivela oranları ve diğer indeksler üzerine sınırlamalar programa kolayca eklenebilir. Bazı finansal oranlara sınır konması kredi kurumları tarafından şart koşulmuş da olabilir.

GÖLGE MALİYETLER.

Model yatırım ve finansman imkanlarını hesaba katarak seçilen projelerin nakit akımlarının seçilen fonlara göre net şimdiki değerini, dolayısıyla implisit olarak ortalama bir sermaye maliyeti vermektedir. T'inci yıl sınırlamasını

$$BT1*X1+\ldots+BTN*XN+q*V(T-1)-CT1*U1-\ldots-CTM*UM \geq 0$$

şeklinde yazalım. Bu sınırlama ile ilgili gölge maliyet projelerin nakit akımının T'inci yıldaki son lirasının şimdiki yılın değerine çevrilmeden yerinde bırakılmasının toplam şimdiki değerde yolaçtığı eksilmeyi vermektedir. Dolayısıyla bu gölge maliyetlerden nakit akımlarını şimdiki değere çevirmek için kullanılan son fonun yatırım imkanlarına bağımlı olan marjinal maliyeti çıkarılabilir. Bu çeşit

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

analizle seçilen yatırımlarda kullanılan son fonun marjinal maliyeti de bulunur.

Bir önceki bölümde sözü edilen sınırlamaların herbiri için aynı şekilde duyarlılık analizi yapılabilir ve elde edilen gölge maliyetleri karar verme aşamasında önemli rol oynar. Örnek olarak optimum sermaye yapısını alırsak, bu sınırlamanın gölge maliyeti alışılmış metodlarla oluşturulan, uzun vadeli stratejilerin gereği olarak borç oranı üzerine konan sınırlamanın kısa vadede neye maloldugu, eldeki projelerin gelirlerinin şimdiki değerinde yol açtığı kayıp konusunda fikir verir.

Görüldüğü gibi önerilen model lineer programlama gibi güçlü ve kullanışlı bir aletin avantajlarını getirirken modellemenin güç olduğu çok yönlü ve karmaşık yatırım ve finansman kararlarları için tatminkar olmasa bile halen kullanılmakta olan denenmiş metodları dışlamamakta, sınırlamalar, duyarlılık analizi ve parametrik programlama yoluyla bu sezgisel metodların modele dahil edilmesine imkan vermektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DİZİN

-A-

AKÇA , L. IV-42
AKGÜL, M. II-86,II-93
AKGÜL, I. I-221
AKMEŞE, M. I-166
AKMUT, Ö. XVII-63
AKSOY, Z. XIV-13
AKIN, B. VI-67
ALADAĞ, Z. V-62
ANAFARTA, M. VIII-1,XV-1
APAYDIN, A. XIV-31.
APAYDIN, H. VIII-63
ARAS, A. XIII-32
ARIKAN, S. I-130
ATALAR, K. I-1
AYAYDIN, A. I-221
AYDOĞAN, M. XIII-53
AYDIN, E. D. II-46
AYYILDIZ, B. I-255,XI-39

-B-

BABALIK, S. XIV-13
BAŞLIGİL, H. IV-1,IV-57,XVII-1
BERZEK, N. VIII-12
BOLAK, M. ÜX-1
BORAN, S. V-20
BÜLBÜL, Ş. VI-105
BÜYÜKYENEREL, G. XVIII-40

-Ç-

ÇAĞDAŞ, G. XVI-15, XVI-27
ÇELİK, F. XVI-1
ÇETİNKAYA, F. I-115
ÇOBAN, N. Y. VI-33

-D-

DEMİRHAN, F. I-221
DEMİRHAN, M. I-221
DENGİZ, B. XV-10
DENİZEL, M. I-54, I-94, XIII-44
DİŞÇİ, R. XIII-11
DÖKMECİ, V. XIII-22
DOLU, Ö. IV-47
DOĞRUSÖZ, H. I-94
DOĞU, G. XVII-16
DURMUŞOĞLU, B. VIII-47

-E-

ERCAN, S. I-221,VI-105
ERDALLI, Y. VII-20
ERDOĞMUŞ, S. XVII-63
ERİŞEN, A. IV-31
ERKE, Y. I-79
ERKİP, N. I-69, I-79
ERKUT, G. I-174,I-187
ERKUT, H. I-1,I-13, I-24, I-42,X-1, X-14
EROL, Y. XVII-63
ESİN, M. I-166
EVREN, R. V-6
EYLER, M. A. XVII-16

-F-

FİĞLALI, A. VII-11, VII-20

-G-

GEDİZOĞLU, E. XVI-36
GÖKAĞAÇ, G. XIII-53
GÖKÇEN, T. IV-57
GÖZLÜ, S. IX-33
GÜLERMAN, R. III-9
GÜNAY, N. Ö. VI-87
GÜNAY, S. XI-1
GÜNYAŞAR, V. V-84, V-93

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DİZİN

-H-
HEKİMBAŞI, H. VIII-47

-İ-
İLKAY, S. XIV-1
İZMİR, G. Ü. V-1, IX-15

-K-
KADIOĞLU, Y. XIII-53
KAFTANOĞLU, B. I-130, XIII-53
KAPANOĞLU, M. XII-37
KAPLAN, M. XIII-53
KAPLANOĞLU, D. XII-57
KARA, İ. XII-37
KARABAKAL, N. I-54, I-79, I-94, XIII-44
KARABELLİ, H. XIV-13
KARAŞİN, N. XII-10
KARBUZ, S. V-6
KARPUZCU, M. IV-42
KATIRCIOĞLU, E. IX-92
KAYALIGİL, S. XVII-29
KILKIŞ, B. XIII-53
KIRAÇ, K. XVII-1
KIRCA, Ö. I-79
KOÇAK, S. IV-31
KÖKSAL, M. XV-21
KÖKSALAN, M. I-115
KUMRU M. XI-71
KURUÜZÜM, O. V-50, V-74
KUTSAL, A. XIV-31

-M-
MAZMANOĞLU, A. III-35
MICHEALS, P. II-23, II-119
MİRASYEDİOĞLU, Ş. XII-1

-O-
OR, İ. XVII-16
ORKAN, A. XI-13, XI-23
OĞUZALP, E. H. XVII-16

-Ö-
ÖCAL, S. XII-66
ÖĞÜT, C. IX-47
ÖZDEMİR, İ. X-35
ÖZGEN, K. XIII-53
ÖZOK, A. F. XII-57
ÖZPINAR, M. IV-15, XI-63
ÖZTEMİR, J. I-238, I-255
ÖZTÜRK, N. XII-48

-P-
PASİNLİ, A. I-196
PEARMAN, A. D. II-1
PEKİNER, O. VII-1
POLAT, S. I-1, I-13, I-24, I-42, IV-15, XI-63
PULTAR, M. I-207

-R-
RAMAZANOĞLU, Y. XIII-1

-S-
SAATÇIOĞLU, O. I-54, I-79, I-148, XIII-44
SAVAŞ, M. VII-49
SAYGILI, N. I-1, I-13, I-24, I-42
SAĞLAMER, G. XVI-15, XVI-27
SERGEN, M. XVII-16
SERT, M. VII-33
SİVRİ, H. I-1, I-13, I-24, I-42
SOYSAL, A. I-1, XV-1
SÜRAL, H. I-69, I-79, I-148
SÜREK, A. IX-15

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

DİZİN

-Ş-

ŞAHMALI, A. E. I-207
ŞENESEN, G. G. VI-18
ŞENESEN, Ü. VI-1
ŞENGONCA, H. XIII-32
ŞENGÜL, H. XI-1

-T-

TANYAŞ, M. V-29
TAVİLOĞLU, A. XVII-16
TAŞCI, C. VIII-22
TAŞCI, M. VIII-22
TEKİN, M. XIV-19
TOKER, A. I-54, I-69, I-79, I-148
TOP, A. XVII-40
TÖZÜN, M. E. XII-22
TUNÇ, M. III-1
TUNÇEL, L. IX-47
TÜFEKCİ, T. VII-1
TÜRKBEYLER, E. XV-21

-U-

ULUDAĞ, N. XIII-53
ULUKAN, Z. I-1, I-13, I-24, I-42
URAY, N. IX-74
UYAR, T. VII-11, VII-20
UYSAL, M. III-1, III-9

-Ü-

ÜLEGİN, B. V-11, VIII-31
ÜN, M. VIII-63

-V-

VELİOĞLU, H. III-17

-Y-

YAHŞİ, S. I-130
YALÇIN, A. IX-60
YAPICI, H. IV-31
YAVUZ, N. IV-1
YAZAR, A. VII-20
YAZICIOĞLU, G. VIII-1
YENERSOY, G. Ö. VIII-1
YETİŞ, N. VIII-63
YİLMAZ, C. XIV-1
YURDAKUL, C. III-17
YÜKSEL, O. X-28, XVIII-1, XVIII-7, XVIII-28

-Z-

ZEKİ, B. VI-52

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ 1883

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bu kitap Elginkan Vakfı desteği ile
Marmara Üniversite
Teknik Eğitim Fakü
Döner Sermaye İşlet
Matbaa Biriminde Basıl

Marmara Üniversitesi Kütüphane ve
Dokümantasyon Daire Başkanlığı
0025164